



Universitat de Lleida

TREBALL FINAL DE GRAU



ESCOLA
POLITÈCNICA SUPERIOR
UNIVERSITAT DE LLEIDA
INSPIRING THE FUTURE

Estudiant: Marc Castelló Torres

Titulació: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol de Treball Final de Grau: Millora d'una segadora per a la sega de farratgeres en el punt òptim de recol·lecció de la llavor

Director/a: Miquel Nogues Aymami i Julio Centellas Sanchis

Presentació

Mes: Desembre

Any: 2018



ÍNDEX

1. Memòria.....	1
1.1.Objecte.....	2
1.2.Abast.....	4
1.3.Antecedents.....	6
1.3.1. Segadora a la que se li aplicaran les millores i estat actual.....	9
1.4.Referències.....	12
1.5.Abreviatures i definicions.....	13
1.6.Requisits de disseny.....	15
1.7.Anàlisi de solucions.....	18
1.8.Resultat final.....	23
1.8.1. Condicionador.....	23
1.8.2. Rodes lliures.....	29
1.8.3. Cargols i fixacions.....	33
1.8.4. Materials utilitzats.....	33
1.8.5. Càlculs estructurals.....	34
1.8.6. Seguretat en el transport i consideracions.....	40
1.9.Ordre de prioritat entre els documents.....	41
2. Annex.....	42
2.1.Informe sobre tipus de segadores.....	43
2.2.Informe sobre les diferents metodologies de tall.....	57
2.3.Ubicació del condicionador en la màquina.....	67
2.4.Dimensionat de la molla.....	70
2.5.Càlcul dels rodaments.....	74
2.6.Càlcul del dimensionat dels pistons.....	79
2.7.Dimensionat de l'acumulador hidràulic.....	83
2.8.Anàlisi de la barra que suporta el plat posterior.....	87
2.9.Anàlisi de les guies de les rodes.....	95
2.10. Anàlisi del boló d'unió del condicionador.....	100
3. Plec de condicions tècniques.....	103
3.1.Millora del condicionador.....	103
3.2.Disseny del sistema d'elevació.....	103
3.3.Especificacions tècniques dels materials.....	104



4. Plànols.....	112
4.1.Muntatge del condicionador.....	113
4.2.Muntatge del sistema de rodes lliures.....	125
4.3.Peces de fabricació pròpia.....	132
5. Estat d'amidaments.....	157
5.1.Millora del condicionador.....	157
5.2.Sistema d'elevació.....	160
6. Pressupost.....	162
6.1.Condicionador.....	162
6.2.Sistema d'elevació.....	165
6.3.Resum final.....	166



1. MEMÒRIA

1.1. Objecte

En un món altament competitiu i industrialitzat, l'agricultura no podia ser menys, i en tots els seus camps, s'ha avançat moltíssim tant en conversió, com en capacitat de producció. Un cas concret és la producció de llavor de plantes farratgeres. És necessari, per a optimitzar el doble cultiu i millorar la qualitat i la producció, segar el farratge un cop espigat just abans de recol·lectar la llavor.

Aquesta pràctica resulta relativament nova, i aquí, a Espanya no s'hi troben segadores capacitades per cobrir els requisits dels terrenys, i extensions que hi apareixen. És cert que en altres indrets sí que aquesta pràctica és més habitual però, la maquinària utilitzada és pensada per a grans extensions de terreny, i són indrets que no presenten l'heterogeneïtat que hi ha a Espanya.

Per aquests motius, aquest projecte pretén realitzar un estudi de les diferents tecnologies de sega, per tal de poder arribar a una conclusió de quin tipus de màquina és més òptima per realitzar aquesta feina de presega de plantes farratgeres com la Festuca o el Ray-Grass.



Figura 1. Imatge representativa dels diferents tipus de segadores que es contemplen.

Pretén també, realitzar una comparativa dels diferents mecanismes de tall que es troben en els diferents tipus de segadores, per tal de poder identificar quina és la millor tecnologia per a poder presegar.

De la tecnologia de tall i màquina seleccionada, aquest projecte pretén realitzar una millora tècnica al condicionador de la segadora per tal de millorar la capacitat d'aquest de realitzar el rem orientant les espigues i evitant que la màquina tractora pugui trepitjar el farratge segat.

Per acabar es pretén millorar el sistema de suport de la segadora a terra, ja que en la sega de Festuca o Ray-Grass és necessari mantenir la segadora totalment recolzada a terra però, al mateix temps és necessita una certa alçada per tal de poder deixar restoll.

1.2. Abast

L'objectiu de realitzar millores a una màquina capacitada per segar plantes farratgeres, just abans de la recol·lecció, engloba una visió mecànica del problema però, en primer lloc, es realitza una comparació de diferents tipus de màquines, s'analitza la normativa de circulació de maquinària agrícola a Espanya. Mitjançant unes taules es pretén mostrar un conjunt de dades de cada tipus de segadora per tal de poder mostrar una imatge de les característiques que sol tenir cada màquina. I finalment, es realitza una anàlisi on utilitzant la informació recollida i unes taules resum de les característiques de cada tipus de màquina es proposa el tipus més adequat per dur a terme la tasca de la presega.

També, es pretén recollir les principals característiques de les diferents tecnologies de tall emprades per les segadores. Saber en quins terrenys o en quines plantes són més adients i, com en el cas anterior, realitzar una anàlisi de quin sistema s'adapta millor al propòsit.

Pel que fa a les millores, el projecte engloba dos parts diferenciades:

En primer lloc, es pretén realitzar una millora al condicionador de la màquina, aquesta millora pretén ser de caràcter funcional és a dir, pretén millorar la filera de planta ja segada pel que fa a qualitat, direccionalitat de l'espiga, capacitat de no trepitjar la planta segada amb la roda del tractor i reduir el problema de l'embossament en determinades fases de la sega.



Figura 2. Mostra de diferents condicionadors emprats tots ells per a la sega de farratgeres.

Aquesta millora es planteja mitjançant una sèrie de dibuixos a Cad i 3D, així com una sèrie de plànols per tal de poder dur a terme les millores. Aquestes millores són en l'àmbit mecànic és a dir, no s'inclouen simulacions d'hipotètics casos de treballs quotidians ni excepcionals, el que si inclou, és l'anàlisi mecànic i els càlculs dels punts que es consideren crítics del suport del condicionador, justificant que la millora és capaç de sustentar i dur a terme la tasca que se li encomana.

En segon lloc, es planteja dissenyar un sistema hidràulic que permeti segar amb la màquina plana, tocant a terra, i que al mateix temps, hi hagi una altura suficient i regulable, de la màquina a terra, per tal de poder deixar el restoll que el pagès o tècnic creguin convenients.

El projecte assumeix el disseny mecànic del sistema descrit, el dimensionat del circuit hidràulic per tal de poder tenir l'altura regulable des de cabina i els càlculs dels punts crítics que justifiquen que aquests aguantaran les càrregues aplicades al dur a terme el seu fi.

1.3. Antecedents

Una tècnica que en els últims temps està sent cada cop més utilitzada, per tal de treure el millor rendiment possible al conreu de regadiu, és la possibilitat de realitzar un doble cultiu. Durant el temps que dura la campanya, mitjançant l'última tecnologia, l'agricultor és capaç de dur a terme una campanya de planta farratgera anual, com el Ray-Grass o la Festuca i seguidament un cop recollida la llavor d'aquesta planta farratgera, s'hi planta un altre cultiu com pot ser panís per recol·lectar en verd.

Aquesta pràctica es pot dur a terme gràcies a una sèrie de factors com l'abundància d'aigua, la capacitat per recuperar les propietats del sòl mitjançant adobs, una maquinària capaç de poder dur a terme totes les tasques necessàries per poder realitzar dos cultius per campanya, etc.

Per aquest motiu, ha augmentat el nombre d'hectàrees cultivades l'any dedicades a plantes farratgeres anuals, respecte al temps on l'agricultura no estava tan lligada a la industrialització. En el passat, no hi havia la possibilitat de rendibilitzar com en l'actualitat les collites de farratge i era complicat obtenir el punt òptim de la llavor, a més a més era inviable que posteriorment a la recol·lecció de llavor de farratge, es pogués fer una altra campanya (de panís per exemple).

En la figura 3 es mostra una gràfica del nombre d'hectàrees que s'han dedicat a la llavor certificada de farratgeres anuals a Espanya durant els últims anys. Aquest gràfic pretén demostrar la importància que ha agafat aquest tipus de cultiu i per tant la necessitat de seguir treballant i invertint tecnològicament en el desenvolupament de tècniques per la millora de la producció.

Com a farratgeres anuals s'han agafat el Ray-Grass italià i la Festuca Alta com a tipus de farratge més comú a Espanya. Com a dada comparativa, el nombre total d'hectàrees dedicades a la producció de llavor certificada a Espanya oscil·la entre 160 i 170 mil hectàrees.

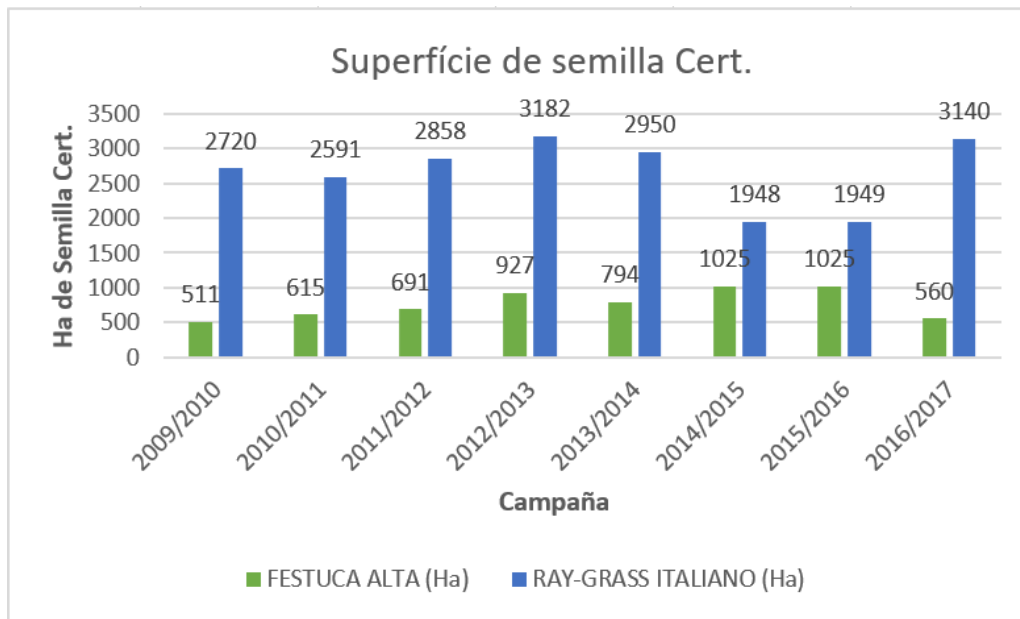


Figura 3. Gràfic que descriu les hectàrees dedicades a la producció de Festuca Alta i Ray-Grass italià en el territori espanyol. Dades extretes l'apartat d'estadístiques del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España.

La tecnologia de presega a Espanya està en una fase totalment embrionària. És cert que als Estats Units, Canadà o el nord d'Europa, llocs on hi ha grans extensions de terreny i un clima més humit, aquesta tecnologia, de sega abans de la recol·lecció, funciona a ple rendiment però, aquí amb un clima sec i molt calorós, i sobretot la diversitat de tipologies de terreny, fa que la gran maquinària utilitzada als llocs esmentats no sigui efectiva, a més a més la legislació vigent de maquinària agrícola fa que moltes d'aquestes màquines siguin molt complicades d'homologar per a la circulació.

Per tant, es treballa per aconseguir adaptar la tecnologia de sega convencional, amb les màquines versàtils i homologades que actualment estan en ple ús a Espanya per tal de poder aconseguir una presega òptima i minimitzar al mínim les pèrdues de llavor.

És cert que la sega abans de recol·lecció és dur a terme en altres plantes més enllà de les farratgeres, sobretot en el cereal i també, en lleguminoses. Una besant d'interès d'estudi és aconseguir segadores versàtils que aportin un bon rendiment en la presega de qualsevol de les esmentades plantes però, aquest projecte se centra en les plantes farratgeres, un tipus de planta delicat pel que fa a la llavor i que una presega duta a terme per una màquina inadequada pot provocar unes pèrdues del 10%.

La diferència morfològica que hi ha entre les farratgeres, cereal o lleguminoses entre altres, i altres diferències existents en la producció de la llavor, com la humitat òptima, i sabent que la llavor de les plantes farratgeres cau de la planta amb molta més facilitat que les altres, es creu convenient centrar l'estudi en una màquina pensada per a la presega de farratge.

La figura 4 mostra el gràfic de la quantitat de llavor certificada de Festuca Alta i Ray-Grass italià, en quilograms, que es produeixen a Espanya. D'aquesta manera, es pretén justificar la necessitat d'estudiar i obtenir una maquinària òptima per dur a terme la presega de la llavor farratgera, i pretén demostrar la importància d'un 10% en les quantitats que es mostren en el gràfic.

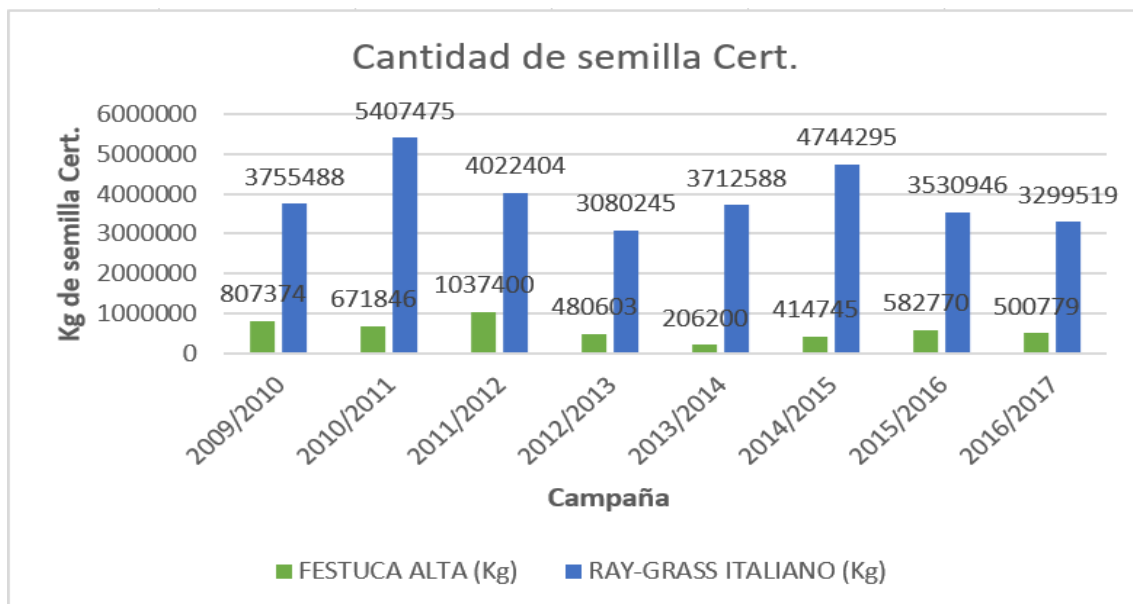


Figura 4. Gràfic que descriu els quilograms dedicats a la producció de Festuca Alta i Ray-Grass italià en el territori espanyol. Dades extretes l'apartat d'estadístiques del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España.

Per tot el que s'ha exposat, es creu necessari l'estudi i millora d'aquestes segadores adaptades a la sega de plantes amb llavor, a punt de ser recol·lectades. Centrant el projecte, com s'ha esmentat anteriorment, en dos punts crítics del disseny de la màquina, la capacitat de deixar restoll mitjançant un sistema d'elevació del sistema de tall permeten que la segadora recolzi a terra, i per altra banda, el sistema de condicionador que ha de permetre que les espigues quedin encarades en la mateixa direcció i recollides de tal manera que hi circuli aire però, el tractor no les aixafi.

1.3.1. Segadora a la que se li aplicaran les millores i estat actual

Un cop estudiades les diferents possibilitats de màquina i tall (Veure: Annex, Anàlisi de segadores i Anàlisi dels sistemes de tall), i escollits els sistemes més adequats per dur a terme les millores anteriorment descrites, s'ha decidit agafar com a prototip una segadora frontal de tall per disc, de 3 metres d'abast propietat de l'empresa Semillas el Solc S.L. d'Almacelles. Aquesta és una segadora de la marca Pottinger model Novacat 301.



Figura 5. Imatge de la segadora frontal Pottinger Novacat 301 extreta del catàleg.

En particular, la segadora emprada com a prototip presenta les característiques generals de fàbrica, presenta un condicionador de doble disc filerador inercial, en el qual s'hi ha aplicat modificacions com de mesura dels discs, la xapa que cobreix els punts d'unió s'ha afegit per evitar embossaments, s'han modificat els punts d'unió a la màquina i del propi condicionador respecte el muntatge de fabrica per aconseguir un millor resultat. A més a més, s'han realitzat un seguit de modificacions particulars per tal de poder millorar els serveis de la segadora quant presega.

El condicionador, en el seu estat actual presenta les característiques següents:

- La xapa de protecció del condicionador, útil per evitar embossaments, esta soldada directament a la xapa de suport i no permet modificacions.
- Els ancoratges del condicionador presenten xapes modificades de manera que només permeten el muntatge actual, no presenten colissos, ni cap sistema regulador del condicionador.

- El condicionador presenta una molla per tal de mantenir la pressió al disc posterior de cada condicionador, aquesta molla presenta una força insuficient al plat en velocitats baixes. Es desconeixen les propietats de la molla, ja que és reutilitzada.
- Es desconeix la qualitat de xapes i cargols actuals, ja que alguns són reutilitzats.
- La part del muntatge que es manté del fabricant, és el tub que dona cos a l'esquelet del condicionador i una part del ancoratge que junta les dues parts que componen el condicionador, disc anterior i posterior.



Figura 6. Imatge de detall del ancoratge principal del condicionador i la xapa de protecció. Es veu que la xapa no te mobilitat i l'ancoratge tampoc.

La modificació més important que s'hi ha realitzat és l'elevació del xassís de la màquina, es creia que era necessari obtenir una altura major de l'arc que presenta la màquina, per tal d'evitar contactes no desitjats de la part superior del xassís amb les espigues de les plantes. Aquesta modificació va provocar certs problemes a l'hora de mantenir l'equilibri

de la màquina a causa de la modificació del seu centre de masses, aquest fet va provocar que s'hi hagin afegit contrapesos.

Com s'aprecia en la figura 7 també s'han extret tots els envellidors i protectors de la màquina, s'han tret per evitar possibles contactes amb les espigues de les plantes.



Figura 7. Fotografia de la segadora a l'empresa.

Per últim, s'han afegit uns patins a la part inferior de la barra de dics per poder elevar el tall i mantenir la màquina suportada a terra.



Figura 8. Fotografia dels patins actuals per elevar el tall de la màquina.

1.4. Referències

1.4.1. Programes de càlcul

Per la realització d'aquest projecte i l'estudi i càlcul de les seves parts s'han utilitzat els següents programes:

- *Creo Parametric 3.0*: Per al disseny i dibuix en 3D del condicionador i el sistema de rodes. També ha set el programa utilitzat per fer els plànols.
- *Autocad*: Utilitzat de suport en el disseny, per fer petits càlculs de posicionament i per la realització de diagrames i esquemes.
- *Microsoft Excel*: Per a la resolució de càlculs amb processos iteratius i gràfics. Queda indicat en l'apartat càlculs de l'annex els punts on s'ha fet ús.
- *Microsoft Word*: Per la realització de la part escrita del projecte.

1.4.2. Bibliografia

- *Diferents webs de marques de maquinària agrícola*:
 - <https://www.caseih.com/northamerica/enus/products/windrowers/windrowers/wd2104>
 - <http://www.kuhnnorthamerica.com/internet/webes.nsf/0/87D4C544F7F0012FC12573D00031F0B4>
 - <http://www.claas.es/productos/maquinas-de-recoleccion-deforraje/segadoras-de-discos/segadoras-frontales/disco3150f>
 - <https://kes.kubota-eu.com/agriculture/>
- *Legislació vigent sobre circulació de maquinària agrícola i estadístiques sobre la producció de llavor a Espanya*:
 - www.mapa.gob.es
- *Components mecànics*:
 - www.traceparts.com/es
 - www.igus.es
 - <http://ph.parker.com/es/es/hydraulic-accumulators>
 - <http://www.bastimec.com>
 - <https://www.alex.es/productos/0-ruedas-neumaticas>

1.5. Abreviatures i definicions

Taula 1. Abreviatures utilitzades en el projecte. Cal recordar que en els diferents càlculs les diferents abreviacions poden portar diferents subíndex, per tal de diferenciar a que fa referencia en cada moment cada abreviatura.

m	Massa	K₁	Constant
K	Coeficient elàstic	γ	Constant adiabàtica
K	Constant (Càlcul vinclament pistó)	x	Distància
f	Freqüència	C_s	Coeficient de seguretat
w	Velocitat angular	\emptyset	Diàmetre
F	Força	I	Moment d'inèrcia
A	Àrea	E	Mòdul elàstic
P	Pressió	C	Carrera pistó
P	Càrrega dinàmica equivalent (Rodaments)	C	Càrrega dinàmica (rodament)
L_p	Longitud primitiva	P_b	Pes barra
M	Moment	P_r	Pes roda
R_y	Reacció en l'eix Y	r	Radi
R_x	Reacció en l'eix X	N	Força normal
R_z	Reacció en l'eix Z	α	Acceleració angular
F_f	Força de fricció	μ_s	Coeficient de fricció estàtic
v	Velocitat lineal	μ_c	Coeficient de fricció cinètic
t	Temps	L	Nombre de revolucions del rodament x 10 ⁶
a	Acceleració lineal	p	Exponent de vida del rodament
F_m	Força molla	F_r	Força radial
e	Gruix	F_a	Força axial
g	Força de la gravetat	X	Factor radial
S	Secció	Y	Factor axial
σ	Tensió	e	Coeficient F _a /F _r
Z	Tensió a esforç tallant	C₀	Capacitat de càrrega estàtica
h	Altura	P₀	Càrrega estàtica equivalent
V	Volum	f_s	Factor d'esforços estàtics



Taula 2. Unitats utilitzades en els càlculs.

kg	Quilogram	m	Metres
hz	Hersos	N	Newton
Bar	Bar	Pa	Pascals
L	Litre	cm	Centímetre
kN	QuiloNewton	mm	Milímetre
°	Graus	h	Hores
s	Segons	rad	Radians
Rev	Revolucions		

Taula 3. Definicions.

Entera	Passada de tractor treballant (Segant en aquest cas) completa, de manera que es crea un circuit per fer el mínim de maniobra possible.
Presega	S'anomena presega al fet de realitzar una sega 2 o 3 dies abans de la recol·lecció. De manera que la cossetxadora recol·lecta el gra amb la planta ja tallada.

1.6. Requisits de disseny

El desenvolupament d'una segadora dissenyada per la presega de llavor farratgera s'ha convertit, cada cop, en una necessitat més elevada, per tal de poder seguir assumint l'assecatge al sol d'aquesta llavor i poder aconseguir un punt més òptim de recol·lecció.

Per a poder realitzar una millora en una segadora per tractor frontal convencional, és necessari tenir en compte els següents requisits generals:

1. Per tal de ser funcional, en les extensions de terreny que apareixen al territori Espanyol, en particular, Catalunya, Aragó i Castella, ha de ser una segadora que compleixi amb la normativa de circulació de maquinària agrícola (Veure: Annex, Anàlisis dels tipus de segadores) Per això l'amplada màxima segons segadores frontals de mercat ha de ser de 3 a 3,5 m de longitud de transport, la decisió del tipus de segadora més òptim queda reflectit en els antecedents.
2. Com s'ha analitzat en l'estudi de mètodes de tall (Veure: Annex, Anàlisis del tipus de tall), el sistema de tall de la segadora ha de ser per discs amb un tambor a cada extrem de la segadora.

En aquesta tipologia de màquines hi ha diferents tipus d'opcions pel que fa a condicionadors però, en qualsevol cas han de complir els següents requisits:

1. El condicionador ha de ser capaç de reduir la filera de farratge segat, com a mínim, el suficient perquè el tractor que arrossega la segadora no trepitgi el farratge amb les rodes.
2. D'altra banda, el condicionador no pot reduir la filera de farratge segat més del 50% de la longitud real de sega, ja que la llavor no s'assecarà correctament i es podria arribar a fer malbé.
3. El condicionador en cap cas pot colpejar (condicionador de martells, "Mayales"), enroscar (Condicionador de rosca sense fi), ni produir cap tipus de manipulació del farratge segat que pugui tocar o sacsejar, en la mesura del possible, l'espiga.
4. S'han d'evitar també, punts on el farratge segat es pugui acumular i provocar embossaments.
5. El condicionador ha de funcionar correctament tant en velocitat de sega normal com en velocitat reduïda, ja que en la varietat de terrenys que la segadora actuarà farà que en certes enteres s'hagi de reduir considerablement la velocitat d'avenç.

6. En la mesura del possible, les espigues del farratge tallat han de quedar encarades totes en la mateixa posició. Aquesta mesura farà que la cosetxadora que passarà posteriorment a recol·lectar la llavor pugui treballar sempre de cara a l'espiga i evitar així que a l'agafar primer el tall de la planta pugui sacsejar l'espiga i fer caure la llavor.
7. S'ha d'evitar, en la mesura del possible, que en el recorregut de l'espiga d'ençà que la segadora la talla fins que queda afilerada, hi apareguin punts que puguin colpejar l'espiga.
8. Es demana també que el condicionador presenti un cert rang d'ajust pel que fa a l'altura del seu posicionament, ja que d'aquesta manera (pot ser manual) s'adaptarà l'altura del condicionador als requeriments de cada tipus de planta a segar.

D'altra banda, es decideix instal·lar un sistema que, recolzant a terra, elevi la segadora de tal manera que deixi més restoll al segar. Per aconseguir-ho s'ha de complir els següents requeriments:

1. El sistema d'elevació de la màquina ha de recolzar a terra de tal manera que la suspensió i l'equilibri de la segadora, no quedi en l'hidràulic frontal del tractor únicament.
2. Ha de ser regulable, tant per adaptar-se al terreny en cada instant de la sega, com regulable per la presega de cada tipus de planta farratgera.

Pel que fa als requeriments de muntatge generals, es demana que els materials utilitzats estiguin calculats i certificats per a complir amb l'ús de la màquina, i pel muntatge es demana els següents requeriments.

1. S'ha de poder desmuntar el condicionador d'una manera senzilla i en bloc (sense haver de desmuntar el condicionador en si, ja que la màquina pot ser que s'hagi d'utilitzar per a la sega normal en un altre moment).
2. El sistema d'elevació, pel mateix motiu que l'anterior, també s'ha de poder desmuntar de manera fàcil i en bloc.
3. El sistema de condicionador ha de permetre un ajust manual en l'altura de treball però cada màquina en particular presenta unes capacitats d'ajust diferents. Aquest fet produeix que el condicionador que preparat en un sistema d'ajust que podrà ser modificat per cada màquina.



4. D'altra banda el condicionador i el sistema d'elevació han de presentar un cert grau d'ajust per poder adaptar la màquina, en cada moment, a les necessitats que pot presentar el terreny de sega.

Per acabar queda dir que ha de quedar constància de la manera en què aquestes modificacions afectaran al transportar la màquina, si es dóna la necessitat, la senyalització especial que s'hi haurà de col·locar, així com les mesures de seguretat que s'hi poden haver d'aplicar duran el transport per via pública.

1.7. Anàlisi de solucions

Com s'ha comentat en apartats anteriors, aquest projecte es centra en dues parts concretes d'una segadora frontal per a la presega de llavor farratgera.

Per tal de millorar la màquina per aquesta funció, el projecte se centra a millorar el condicionador i d'altra banda, en el disseny d'un sistema que permet-hi elevar la segadora treballant amb recolzament a terra.

1.7.1. Millora del condicionador

Inicialment, com es descriu als antecedents, es parteix d'una segadora frontal on ja s'ha iniciat una sèrie de proves per tal d'aconseguir un producte eficient en la presega. Aquesta màquina presenta un condicionador de doble disc fixe.



Figura 9. Imatge de la segadora actual on es mostra el condicionador actual instal·lat.

Després de veure treballar diferents màquines en la tasca de la presega, es veu que algunes porten de sèrie un doble tambor en cada extrem de la segadora. Com s'ha comentat anteriorment, la segadora on es planteja la millora porta un tambor en cada extrem però aquestes n'incorporen un segon.

Aquest sistema s'ha vist sense el condicionador de doble disc i funciona bé. La filera que deixa és suficientment reduïda perquè el tractor no trepitgi el farratge segat.

Tot i així, al moment de recol·lectar amb la cosetxadora el farratge presegat, es presenta el problema que les espigues no han quedat totes en la mateixa direcció i la pròpia cosetxadora fa caure molta llavor.

Es planteja l'opció de mantenir el condicionador de doble disc i a més instal·lar aquest doble tambor però, finalment l'opció es desestima pel motiu següent:

Al tenir instal·lat un doble tambor, la filera que queda ja redueix notablement l'amplada del tall, i si a més s'instal·la el condicionador de doble disc, de manera que actuï sobre la filera que deixa el doble tambor, la filera que queda supera el 50% de reducció de volum de farratge respecte a l'entera inicial.

Pel que s'ha exposat anteriorment es desestima l'opció d'instal·lar aquest doble tambor i es decideix optar per millorar el condicionador actual de doble disc.

Finalment, es planteja l'opció de tornar a calcular la molla que obliga el contacte amb el terra del disc posterior, i es calcula de manera que quan el disc recolza a terra, la molla l'obliga a girar. Aquesta opció sí que es considera adequada, ja que el condicionador posicionarà les espigues de manera adequada en tot moment de treball.



Figura 10. Imatge del muntatge amb la molla de la segadora on s'aplicaran les millores.

També, es planteja canviar el sistema d'ancoratge del condicionador a la màquina de tal manera que permeti, manualment, el canvi d'altura d'aquest, de manera que abans de començar un tipus de farratge concret, s'ajusti de manera ràpida i si el terreny on s'ha de

realitzar la presega o requereix, fer la modificació avanç de començar a segar. I seguint aquest principi, es realitza el càlcul de la posició idònia de treball del condicionador de manera que es pugui extrapolar a qualsevol altura de treball que es desitgi en la màquina.

Aquestes millores, junt amb una adequació dels materials utilitzats, permetran que el condicionador segueixi funcionant adequadament quan la segadora porta una velocitat d'avenç elevada però, també evitarà embossaments mentre la velocitat és reduïda.

El càlcul del posicionament del condicionador permet mantenir una filera en la qual no s'ha superat el 50% de reducció però les rodes del tractor no la trepitgen.

1.7.2. Elevació de la segadora

Per tal d'eleva la segadora mantenint-la recolzada a terra, es va realitzar una prova de camp (Prèvia a l'elaboració del projecte) on es van dissenyar uns patins de xapa que es col·locaven davall de cada disc. Aquests patins, d'entrada, si tenien l'altura adequada per la planta que es volia presegir funcionaven correctament.



Figura 11. Muntatge del patins de xapa inicials.

El problema que presentaven aquests patins després d'haver-los utilitzat durant una campanya completa són, en primer lloc, que sofreixen un cert desgast és a dir, que cada any s'haurien d'instal·lar patins nous.

Un altre problema és que com s'ha comentat anteriorment l'altura de la màquina ha de tenir un cert marge d'ajust, duran la sega i també s'ha de poder ajustar prèviament al canvi de farratges o en certs camps. El primer cas és totalment impossible, els patins no et permeten l'ajust de l'altura de la màquina en treball.

D'altra banda, per ajustar d'una manera més diferenciada l'altura, és necessari canviar tots els patins per uns amb l'altura nova desitjada, i aquest fet provoca que sigui necessari tenir a l'empresa diversos jocs de patins així i tot, no s'assegura que s'aconseguirà l'altura adequada sempre, ja que no es poden fer uns patins per cada necessitat. A més a més, canviar tots els patins de la màquina, comporta una pèrdua de temps que en campanyes tan curtes com les de la llavor moltes vegades no es té.

Per això, s'opta per la instal·lació de rodes lliures en la segadora. Aquesta mesura es veu en una de les visites realitzades per veure diferents segadores destinades a la mateixa feina. Aquesta segadora és una segadora posterior lateral i funciona bé pel que fa a l'altura així que es decideix adaptar el sistema per a una segadora frontal.



Figura 12. Segadora posterior lateral amb rodes lliures.
Fotografia realitzada en una de les visites d'aprenentatge realitzades.

Analitzant el sistema que utilitza aquesta segadora (Figura 12), és fàcil regular l'altura de treball de la segadora, ja que es regula manualment amb una manovella. També es considera insuficient l'error que es pot cometre l'anivellar les rodes manualment, ja que la feina a fer no necessita tanta precisió i a més, el sistema, no sofreix desgast. Però, segueix sent difícil tenir un cert marge de regulació de l'altura mentre la màquina treballa.

Per això, es decideix instal·lar un sistema similar al descrit però controlat per dos pistons hidràulics amb amortidors de gas, controlats des de les sortides hidràuliques del tractor, de tal manera que en qualsevol moment el tractorista pot regular l'altura de la màquina.

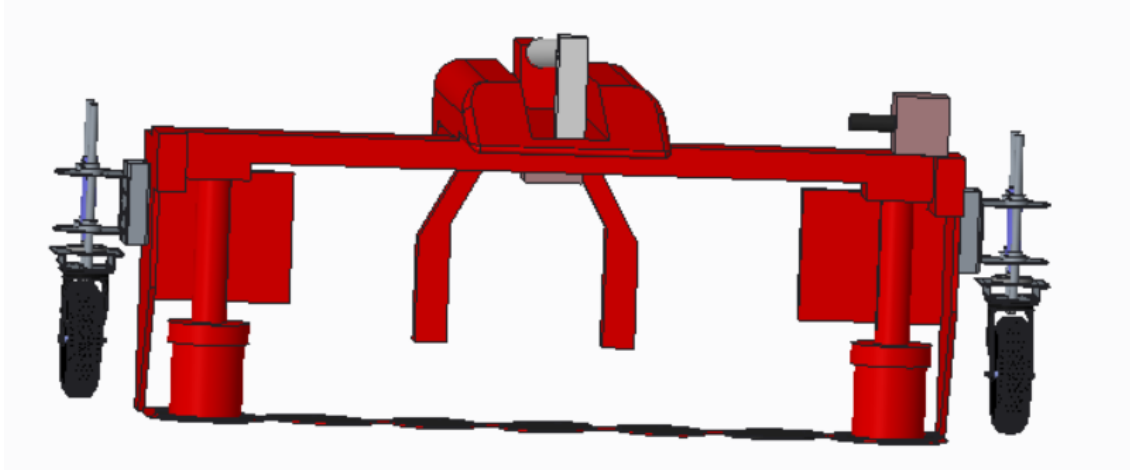


Figura 13. Imatge extreta del programa Creo del disseny plantejat. El dibuix del conjunt de la segadora pretén ser un esquema qualitatiu de la màquina.

Aquest sistema compleix amb gairebé tots els requeriments imposats pel fi de l'elevació controlada de treball de la màquina però s'ha de ser conscient que mentre la màquina treballa l'altura regulable és mínima, ja que si s'utilitza tot el recorregut del pistó, el canvi d'altura significatiu que presenta la màquina farà que el condicionador no treballi d'una manera adequada per això, el rang de mobilitat en treball és mínim, simplement és un marge per posicionar correctament la màquina en cada moment. Si es necessita canviar significativament l'altura de treball, serà necessari adaptar manualment també la posició del condicionador.

Tot i això, es creu que tenint en compte les indicacions descrites, el sistema compleix amb els requeriments de funcionalitat demanats.

El sistema presenta un altre problema, aquest és que les rodes instal·lades xafaran el farratge i poden fer caure la llavor de les espigues però, analitzant la situació es veu que només una roda trepitjarà permanentment el farratge, ja que una de les dues circularà gairebé sempre per una part segada i vista l'amplada de la trepitjada de la roda lliure es decideix ignorar la llavor que pugui fer malbé, ja que es considera que amb aquesta millora el percentatge de llavor segada satisfactòriament serà més alt que els desperfectes que aquesta petita roda puguin causar.

1.8. Resultat final

Finalment, es decideix realitzar una millora en el sistema de condicionador de manera, que sigui més versàtil, tant en diferents velocitats com en diferents farratges (Festuca, Ray-Grass, etc.).

D'altra banda, es decideix instal·lar un sistema automatitzat mitjançant el control hidràulic del tractor, d'unes rodes lliures per tal d'aixecar la màquina.

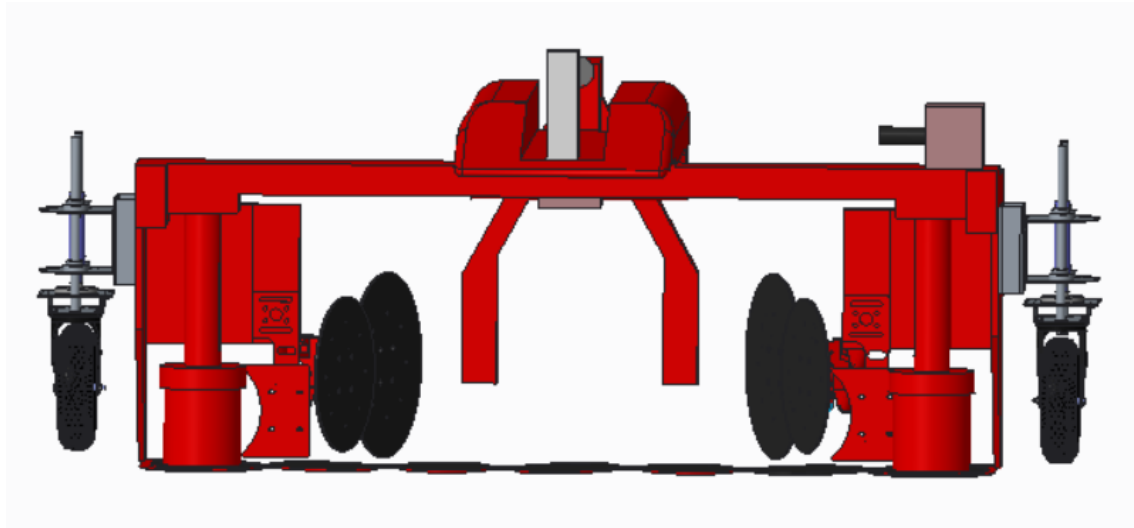


Figura 14. Imatge extreta del programa Creo on es mostra un esquema en 3D de la segadora i un possible muntatge del sistema de rodes i condicionador.

1.8.1. Sistema de condicionador.

Per tal de la realització del condicionador s'ha aprofitat la idea original i existent però, realitzant les modificacions pertinents per poder solucionar les necessitats que encara quedaven amb el muntatge actual.

Per començar, cal especificar que el muntatge del condicionador es compon en tres parts: Encerclada en verd es troba la part de protecció davantera, en blau un disc anterior i en groc el disc posterior. (Figura 15)

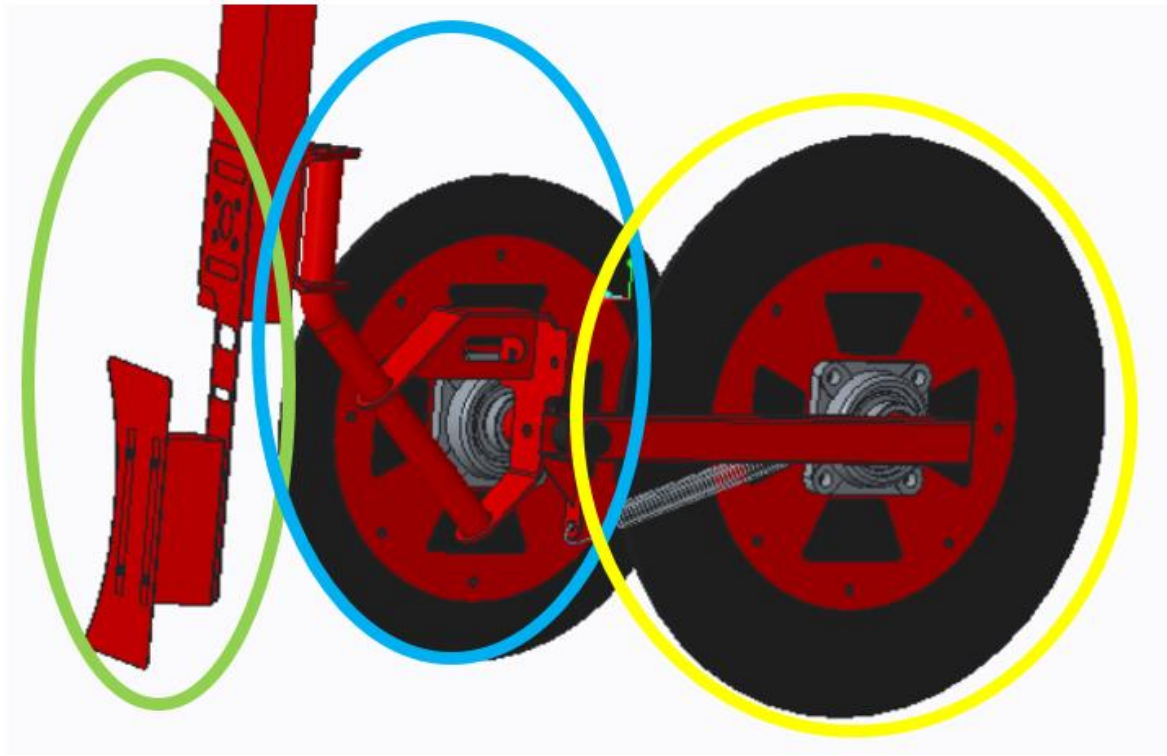


Figura 15. Imatge extreta del programa Creo on s'han identificat cada una de les parts que componen el condicionador. La paret que hi ha entre les xapes de protecció i el disc anterior, simula el punt d'ancoratge del condicionador a la màquina. Aquest ancoratge, en el dibuix simplement és de suport, cada màquina presentarà el seu sistema adaptable amb el condicionador. El sistema d'ancoratge del condicionador consta de 4 cargols que uneixen les xapes de protecció amb la peça d'ancoratge.

1.8.1.1. Part 1: Xapes de protecció

Per començar, la part marcada amb verd, les xapes de protecció, són necessàries, ja que evitaran que el farratge pugui acumular-se en les parts que formen el condicionador o sortir-se fora del seu abast.

Aquest sistema funciona per la mateixa acumulació de farratge, a l'avançar la segadora el farratge és empès per si mateix per sobre de la xapa frontal i enviat cap a l'interior de la filera que realitzen els discs condicionadors.

Aquesta part, ja existent en la idea original, s'ha realitzat de manera que hi aparegui una certa mobilitat entre els components que formen la part protectora. D'aquesta manera, serà possible regular d'una forma manual l'altura i en certa mesura, s'obté joc de desplaçament lateral.

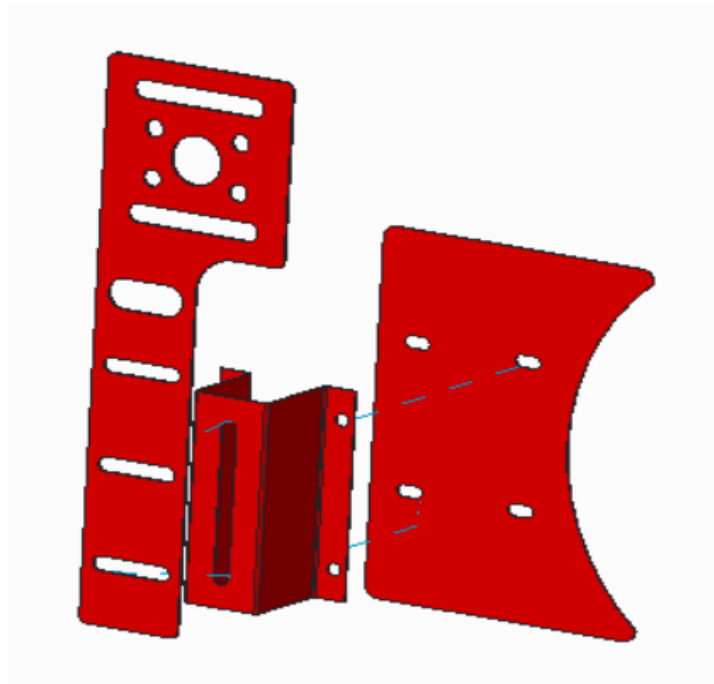


Figura 16. Imatge extreta del programa Creo, on es mostra un explossionat del sistema de xapes de protecció.

Com es mostra en la imatge anterior aquest sistema consta de 3 xapes les quals s'uneixen entre si mitjançant cargols i femelles. Existeix un seguit de colissos que permeten el moviment relatiu entre aquestes mentre els cargols no estiguin aprets.

El pont s'uneix a dos dels tres colissos de la xapa de suport, el fet de poder elegir entre el colís de d'alt o el de baix ja permet un cert nivell d'ajust però, a més a més existeix tot el recorregut del colís del pont.

Es pot ajustar a dreta i esquerra el que permeten els colissos de la xapa de suport.

1.8.1.2. Part 2: Disc anterior

Aquest disc es converteix en un disc d'acompanyament. Amb el seu gir provocat principalment per la inèrcia del contacte amb la planta segada, té la missió d'orientar les espigues en la direcció oposada al sentit de la marxa. Aquest sistema ja funcionava en el muntatge original però, aquest disc tenia també la missió d'afilera el farratge tallat i això provocava que a velocitats baixes es produïssin embossaments. Ara, només quan la màquina treballa a baix de tot, el disc anterior recolza al terra de manera que sempre dirigeix el farratge cap al disc posterior.

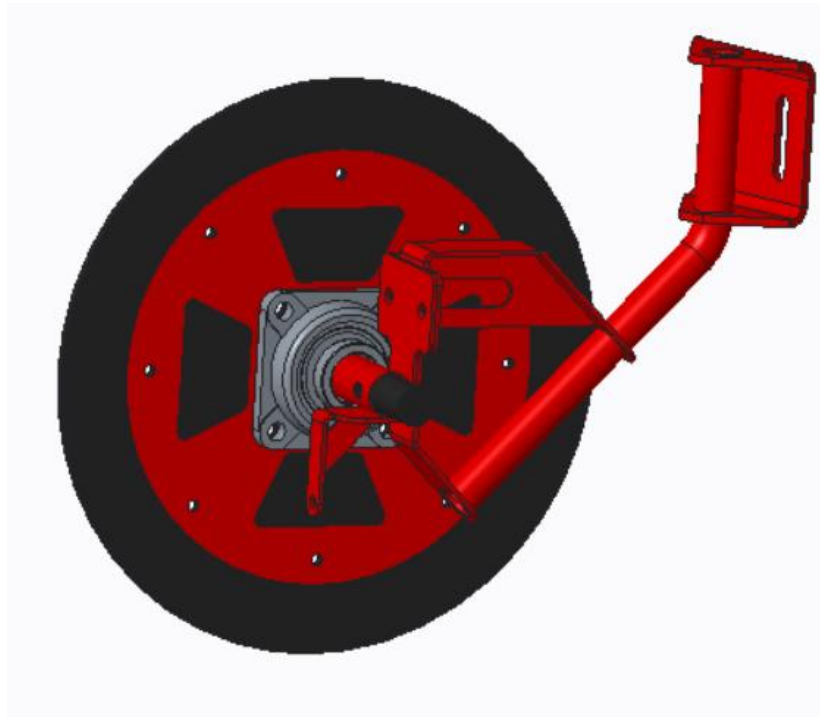


Figura 17. Imatge extreta del programa Creo, on es mostra el muntatge del disc anterior del condicionador.

Com s'aprecia en la figura 17, el muntatge consta d'un tub corbat que uneix la peça que ancora el condicionador a la màquina amb el disc anterior. La peça que uneix el condicionador a la màquina s'ha fet amb dos colissos, en els quals van dos cargols a cada colís.

També s'ha calculat (Veure: Annex, càlculs, posició del condicionador) l'angle que s'ha de girar la peça d'ancoratge per tal de realitzar una filera del farratge òptima. Aquest valor és 20° respecte a la direcció d'avenç. Per tant, el fet que el condicionador està desviat respecte a la màquina fa que hi aparegui una distribució de velocitats, on la velocitat de la màquina es reparteix entre la normal del condicionador i la velocitat de lliscament del plat posterior del condicionador.

D'altra banda el tub corbat porta a dues peces que serveixen per subjectar el plat. La peça que surt del tub subjecta, mitjançant cargols, una altra peça que és l'única peça que no serveix igual pel condicionador dret que per l'esquerre. Aquesta peça a més a més té un forat inferior on s'agafa la molla que força el disc posterior. Tant en la peça que va al tub com en la que va al plat s'han afegit els reforços que es veuen en la imatge. En la peça no

reversible hi va soldat un tub on en el seu interior va un boló, aquest boló té la missió d'ajuntar el disc posterior amb l'anterior.

El tub que queda soldat sobre la peça no reversible, és l'encarregat d'encaixar amb el rodament que s'instal·la al suport del disc i al disc.

Aquest rodament és un rodament "Fag de bolas doble" (Veure: Annex, càlculs, Rodaments o Plec de condicions, rodaments dels plats).

S'ha calculat de manera que en funcionament normal no s'hagin de canviar. S'ha estimat una vida útil de 26 campanyes, i un factor d'esforços estàtics de 1,38 que és més que suficient per a un rodament que està exposat a exigències normals. Aquest càlcul s'ha realitzat en el cas més desfavorable (Rodament del disc posterior).

Pel que fa al disc, s'ha dissenyat un disc més gruixut però mantenint les mateixes mesures que l'original, pel plat que suporta el disc s'ha seguit el mateix principi, s'ha fet amb una xapa més gruixuda però mantenint les mesures originals.

S'ha decidit fer-ho més gruixut perquè en determinades condicions, el disc sofreix i s'acostuma a doblegar. Serà necessari canviar el disc cada cert temps (depèn les exigències de cada campanya).

1.8.1.3. Part 3: Plat posterior

El plat posterior és el més important del muntatge, ja que és el que sempre roda pel terra i és l'encarregat de fer la filera de farratge.

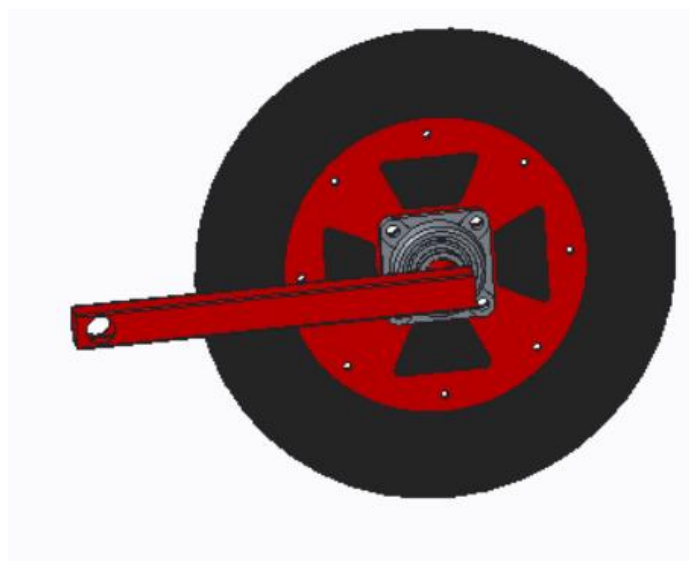


Figura 18. Imatge extreta del programa Creo, on es mostra el muntatge del disc posterior del condicionador.

Aquest muntatge consta d'un muntatge similar al del disc anterior, de fet el plat que suporta el disc és igual, el disc, del mateix gruix, és d'un diàmetre superior, i el rodament és idèntic al del disc anterior.

El tub quadrat és l'encarregat d'unir el plat posterior amb l'anterior, aquest tub va unit al boló que agafa el petit tub que penetra al rodament del disc anterior.

Aquest muntatge queda protegit per una clavilla, que permet el gir del disc posterior sobre l'eix del boló però la clavilla no permet que s'escapi.

La gràcia d'aquest disc, és que compta amb una molla calculada de manera que en el moment que el disc contacta a terra i la màquina avança, aplica suficient força normal al disc per obligar-lo a girar impedit que només llisqui.

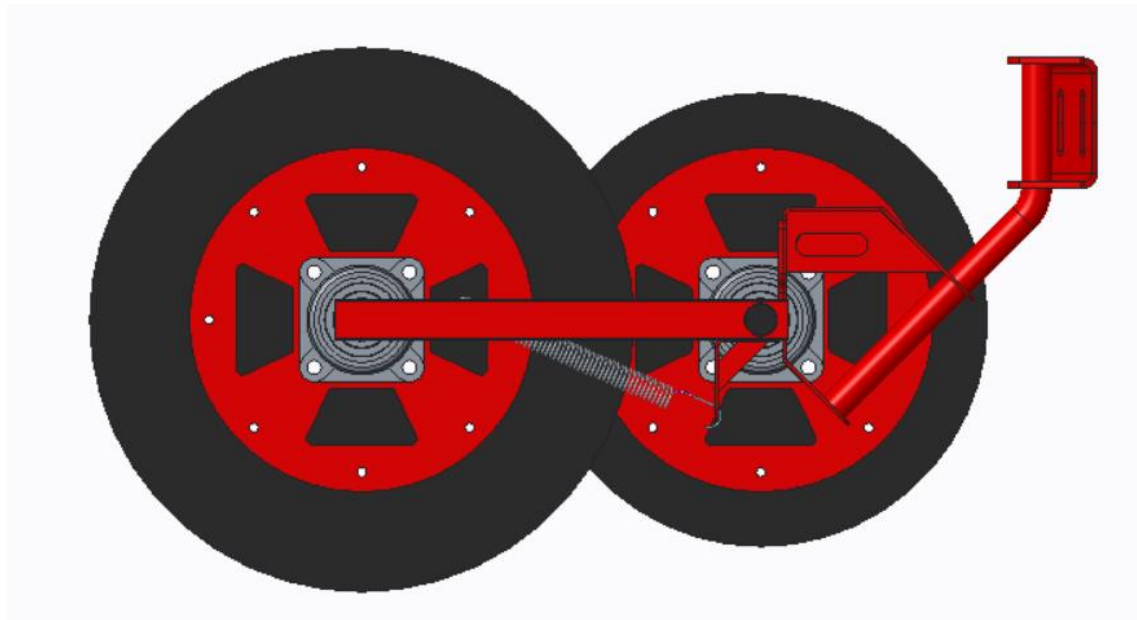


Figura 19. Imatge extreta del programa Creo. Muntatge del condicionador per tal de mostrar la molla de tracció.

Després de realitzar els càlculs de la molla (Veure: Annex, càlculs, càlcul molla) s'ha establert una molla amb una constant elàstica de 9,5 KN i una dimensió distesa de 240 mm. Treballant a tracció té una longitud total de 300 mm i una longitud elàstica distesa de 160 mm.

Complint aquestes premisses, el disseny de la molla queda a càrrec d'una empresa externa.

1.8.2. Rodes lliures

Per tal de poder elevar el tall de la segadora, mantenint aquesta recolzada al terra, s'ha optat per instal·lar un sistema de rodes lliures, controlat pel sistema hidràulic del tractor, de manera que el tractorista té un rang d'ajust de l'altura de sega.

És important tenir en compte que a més, d'evitar fer malbé la llavor, és important preservar la planta tallada en bon estat, ja que els dies posteriors a la presega la llavor acaba de madurar en la planta tallada fins al dia de la recol·lecta.

Per tot l'exposat, el rang d'altura del sistema és de 5 cm, mínim per afavorir el creixement ràpid de la planta segada per a llavor i 15 cm, altura més que suficient per a la presega de la Festuca. Tot i això el rang real de moviment va de 0 a 20 cm però, s'ha de tenir en compte que el sistema d'amortiment hidràulic ha estat dissenyat per suportar i amortir el rang òptim de 5 a 15 cm.



Figura 20. Imatge extreta del programa Creo. A l'esquerra, el muntatge que queda a la part exterior de la màquina i a la dreta, el muntatge que queda a la part interior.

El sistema de rodes lliures es compon de dos cossos units pels pistó: el cos fix i el cos mòbil.

El cos fix és la part unida a la segadora. Per unir-se a la segadora és pot optar per l'ús de quatre cargols i femelles o unió per soldadura.

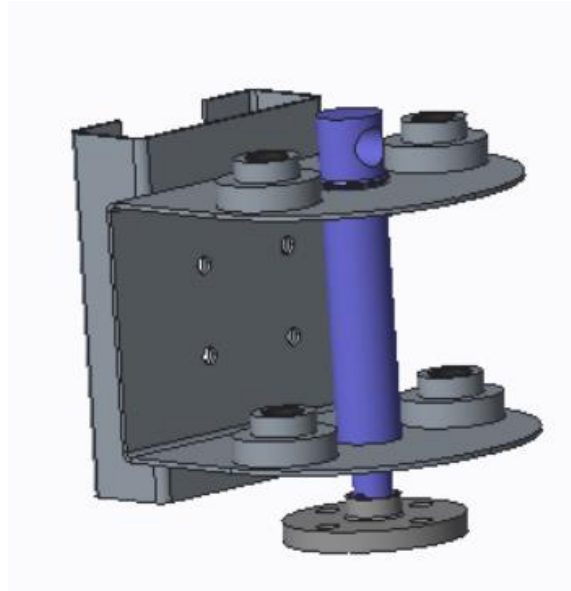


Figura 21. Imatge extreta del programa Creo. Part fixa del sistema incloent el pistó.

A la xapa unida a la màquina s'hi acobla una altra xapa, mitjançant cargols i femelles, que suporta el pistó i la part mòbil, a més a més compta també amb els guiadors amb els respectius coixinets (Veure: Plec de condicions, coixinets de fricció).

Pel que fa al pistó, és un pistó que compta amb una carrera de 20 cm, un diàmetre interior de 4 cm i un diàmetre del vàstag de 3 cm. (Veure: Annex, Càlculs pistó).

A la punta del vàstag hi va una brida soldada que serà la veritable encarregada d'unir i controlar la part mòbil.

Pel que fa a la part mòbil, consta de la roda lliure, que és comprada (Veure: plec de condicions, roda lliure). Les xapes per tal de realitzar una unió efectiva i segura i les guies encarregades d'evitar que el pistó sofreixi esforços tallants.



Figura 22. Imatge extreta del programa Creo. Part mòbil del sistema de rodes lliures.

Les guies, d'acer estructural S275Jr tenen un diàmetre de 3 cm i van unides per soldadura, a la xapa encarregada d'ancorar la brida del pistó i al pont encarregat d'ancorar la roda.

Com s'ha esmentat existeixen dues xapes d'ancoratge, aquest fet es dona perquè és impossible realitzar una unió cargolada de la roda i la brida del pistó a la mateixa xapa utilitzant femelles. Per això és necessari unir un pont mitjançant soldadura amb l'espai suficient per unir les dues coses.

Per acabar, aquest sistema compta amb una suspensió hidràulica. Aquesta suspensió consta d'un acumulador hidràulic (Veure: Annex, Càlculs acumulador hidràulic i Plec de condicions, Acumulador hidràulic) que uneix el cabal de sortida d'oli del tractor amb el d'entrada del pistó.



Figura 23. Acumulador hidràulic.

En aquest cas s'utilitzarà un acumulador hidràulic de 0,75 litres i a una pressió de treball de 100 bar.

Aquest acumulador funciona com un amortidor al incorporar una membrana que separa l'oli d'un gas compressible com el nitrogen. En aquest cas, el comportament elàstic de la suspensió segons el recorregut del pistó respon al següent gràfic:

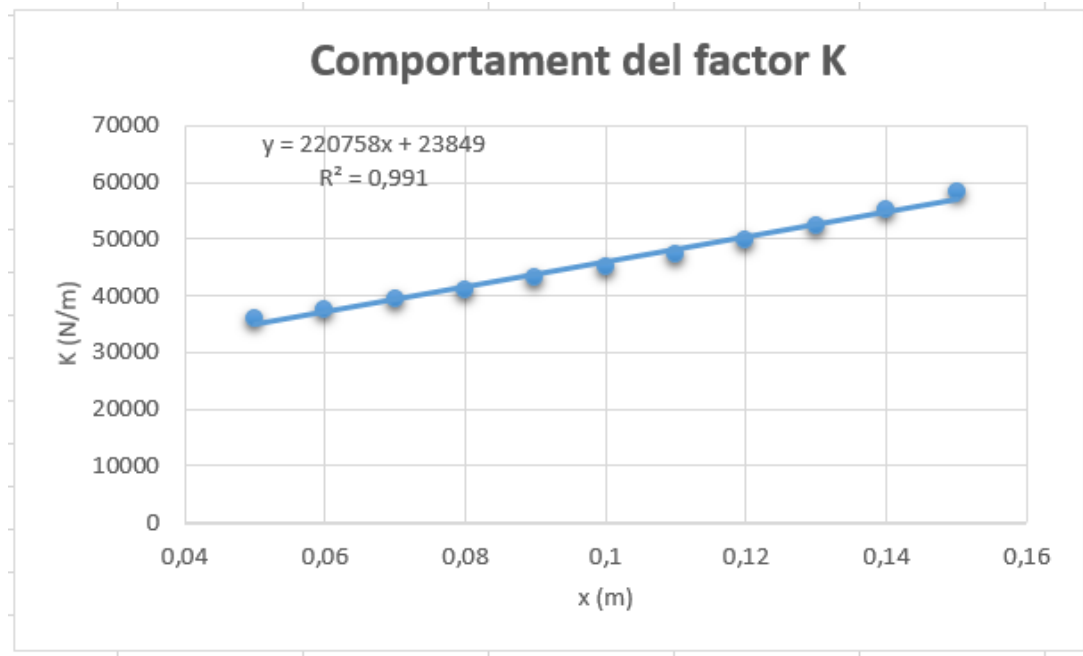


Figura 24. Gràfic extret d'una fulla Excel. Mostra el comportament del factor K de l'acumulador hidràulic.

1.8.3. Cargols i fixacions

Els cargols emprats en el muntatge del condicionador i del sistema de rodes lliure són cargols hexagonals de la qualitat 8.8 del tipus DIN 935. Les femelles són torques autoblocants també de qualitat 8.8 del tipus DIN 985 (Veure: Plec de condicions, Cargols i Femelles).

L'elecció d'aquests cargols s'ha dut a terme a base de la recomanació de l'empresa subministradora. Oferint la garantia de que aquests cargols són els adequats per aquest tipus de projectes i justificant l'elecció amb les següents dades:

Un cargol de qualitat 8.8 del tipus DIN 935 de mètrica 10 és capaç d'aguantar 7540 Kg, un de mètrica 12 és capaç de subjectar 9048 Kg, un de mètrica 14 10556 Kg i un de mètrica 16 12064 Kg.

1.8.4. Materials utilitzats

En el plec de condicions queda especificat en detall les característiques de cada component utilitzat per a qualsevol de les dues parts del projecte.

Però, en general les xapes són d'acer estructural S235Jr si tenen un gruix menor a 4mm i d'acer estructural S275Jr si el gruix és superior o igual a 4mm.

Pel que fa als tubs, bolons i guies es regeixen pel mateix principi.

1.8.5. Càlculs estructurals

També s'han realitzat un seguit de càlculs per tal de poder determinar que aquesta millora aguanta les exigències imposades. Per tal de determinar-ho, s'han avaluat els 4 punts que es creuen més crítics.

1.8.5.1. Barra de suport del disc posterior

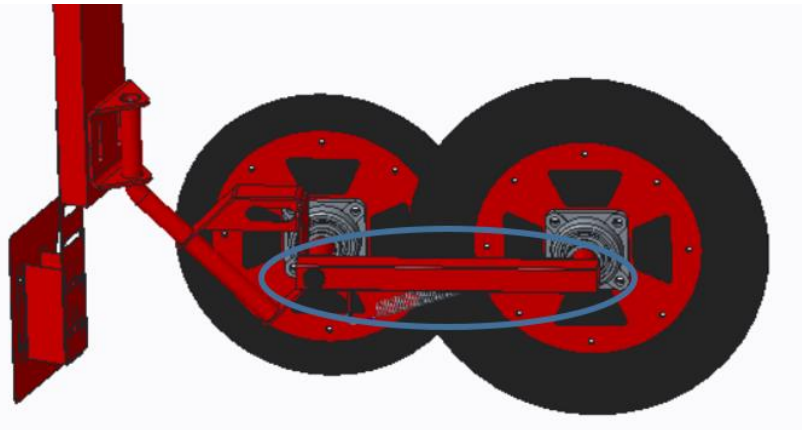


Figura 25. Imatge extreta del programa Creo. Indicació de la barra a estudiar.

Aquesta barra suporta l'efecte de la molla que obliga al gir del disc posterior. També sofreix l'efecte del moviment tan de rotació com d'avenç del disc posterior (Veure: Annex, Càlcul de la llei d'esforços i Vonn Mises de la barra que suporta el disc posterior).

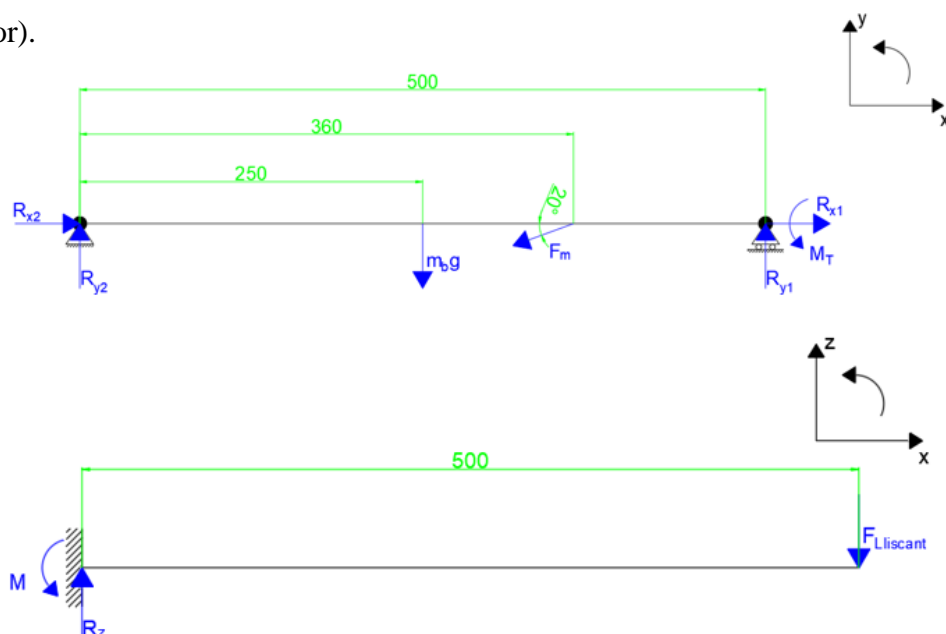


Figura 26. Diagrama de forces de la barra en els plans x,y i x,z.

A partir del desenvolupament del diagrama de forces s'han obtingut els gràfics de les lleis d'esforços:

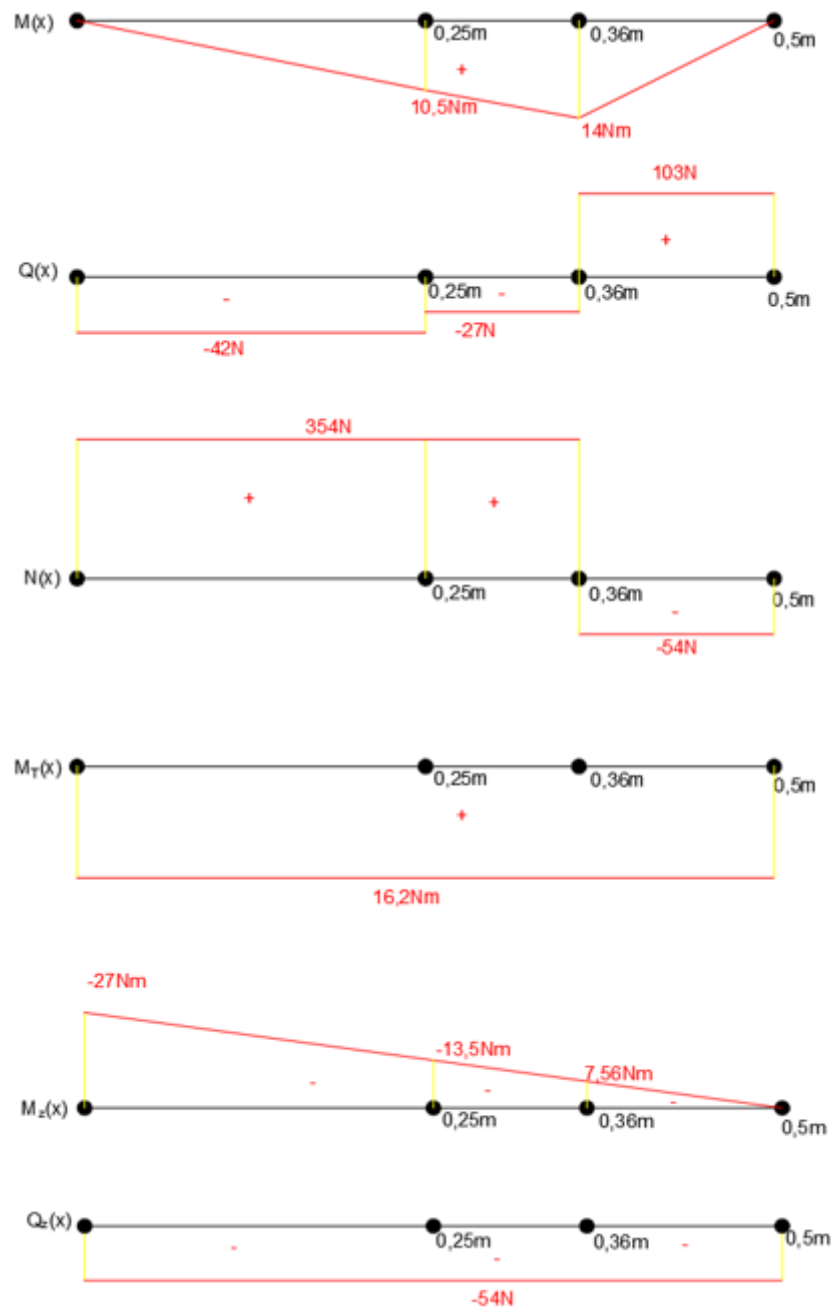


Figura 27. Gràfics de moments, tallants i axils referents a la llei d'esforços anteriors.

I amb els gràfics anteriors s'ha calculat la tensió de Vonn Misses que sofreixen els possibles punts crítics de la barra.

La tensió de Vonn misses més desfavorable és de $9,45 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ que és bastant més petita que la tensió admissible de $115,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$.

1.8.5.2. Guies de les rodes lliures

En aquest cas, les guies de les rodes lliures s'han avaluat, quan estan del tot estirades, ja que poden presentar diverses càrregues dinàmiques i sobre elles recau l'esforç tallant que provoca l'avenç d'una màquina tan pesada (Veure: Annex, Càlcul llei d'esforços i Von Mises de les guies).

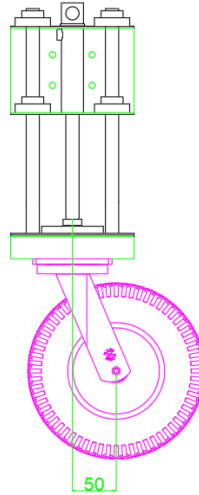


Figura 28. Esquema del sistema de roda lliure on es veuen les guies a estudiar i la desviació del centre de la roda respecte l'eix de simetria del sistema.

Per major seguretat, ja que és molt difícil poder tenir en compte les diferents càrregues dinàmiques que hi poden existir, s'ha comptat com si en cada roda només hi existís una guia per tal d'obtenir una redundància i un coeficient de seguretat igual a dos, ja que en la realitat les càrregues es divideixen entre les dues.

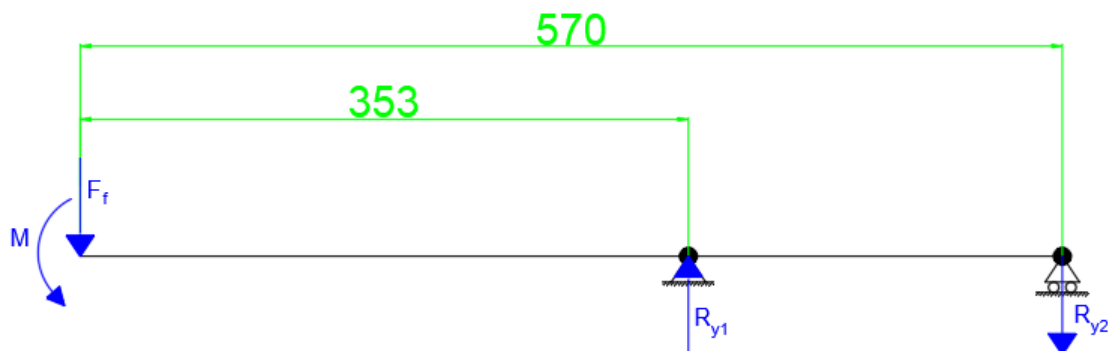


Figura 29 Diagrama de forces simplificat de la barra a analitzar.

Amb aquest diagrama de forces s'han obtingut els següents gràfics de les lleis d'esforços, i com en el cas anterior, del punt més crític s'ha obtingut la tensió de Von Mises i comparat amb la tensió admissible.

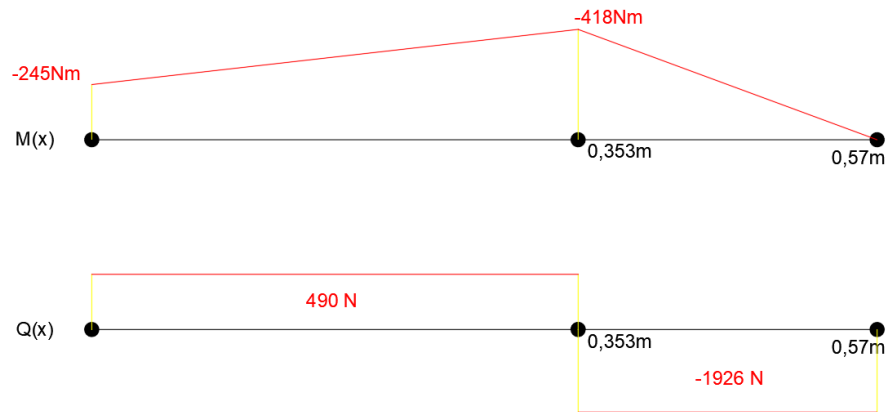


Figura 30. Gràfics de les lleis d'esforços de la barra.

El punt més desfavorable:

$$M_{(0,353)} = -418 \text{ Nm}$$

$$Q_{(0,353)} = -1926 \text{ N}$$

I la tensió de Vonn Misses a resultat de $158 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ i la tensió admissible de $275 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$.

1.8.5.3. Vinclament del pistó

En l'apartat anterior, s'han calculat les guies, ja que són les que aguanten els esforços perpendiculars causats per l'avenç de la màquina. També es considera necessari calcular que el pistó aguantarà la força normal produïda pel pes de la màquina, que recau sobre els dos pistons de les rodes (Veure: Annex, Càlcul Pistó, Vinclament).

Mitjançant la metodologia de càlcul (Veure: Annex, Càlcul Pistó, Vinclament) s'obté la força màxima que pot aguantar el pistó, 37 KN i es compara amb la força real que cada pistó ha de realitzar aplicant un coeficient de seguretat de 2 i la força és de 9,8 KN.

Per tant, s'afirma que els pistons aguantaran.

1.8.5.4. Boló d'unió del plat anterior amb el posterior

El boló que uneix el plat posterior amb la resta del condicionador esdevé un altre punt crític (Veure: Annex, càlculs del boló)

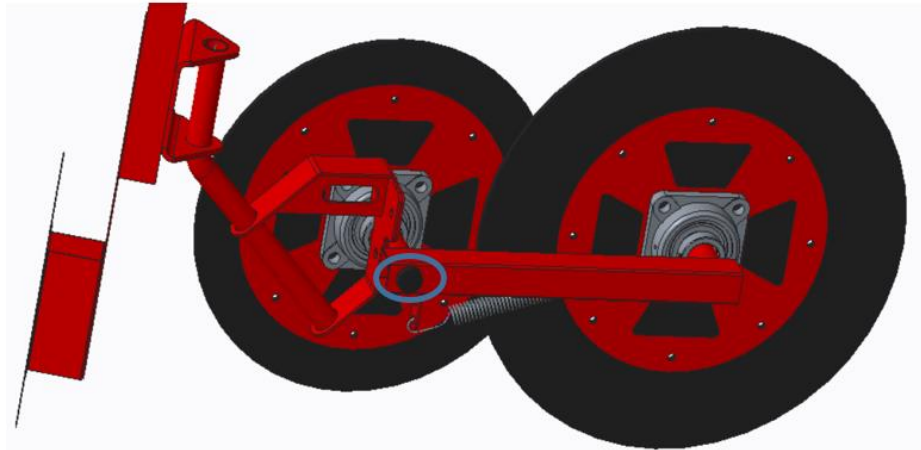


Figura 31. Imatge extreta del Creo, on queda marcat el boló a estudiar.

Per realitzar el càlcul del boló s'han considerat les cargues següents:

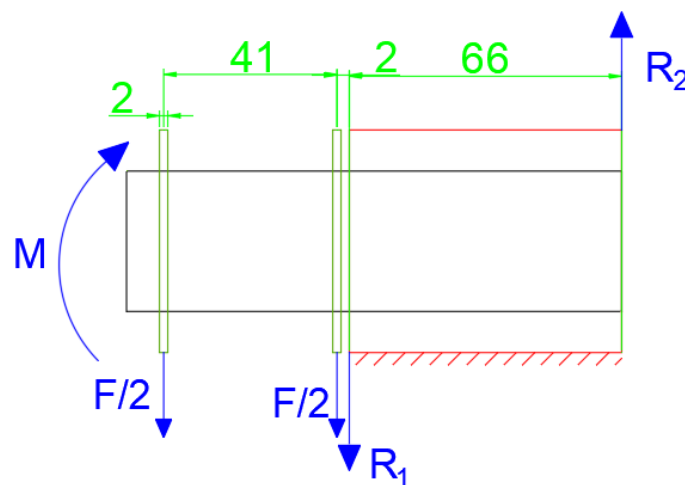


Figura 32. Diagrama de forces del boló i les orelles

Realitzant el procés de càlcul amb les consideracions especificades (Veure: Annex, Càlcul boló) s'ha trobat la tensió de Vonn Misses que és de $4,1 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ i és veu que és molt més gran que la tensió admissible tot hi aplicar un coeficient de seguretat de 2 per tal de tenir en compte les possibles cargues dinàmiques. La tensió admissible és de $137,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$.

1.8.6. Seguretat en el transport i consideracions

Pel que fa a les rodes lliures si la circulació es produeix per carreteres secundaries i en trajectes curts, menys de 20 Km, l'única mesura de seguretat que s'ha d'instal·lar és la senyalització a cada costat de la segadora és a dir, al suport de cada roda per tal de que es visualitzi un triangle a cada extrem.

En cas de que el trajecte sigui per carreteres nacionals, o de més de 20 Km serà necessari desmuntar les rodes extraient els 4 cargols que uneixen tot el conjunt amb la xapa que va unida amb la segadora.

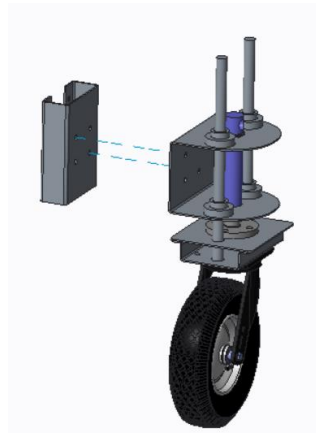


Figura 33. Explosionat extret del programa Creo on es mostra com s'ha de desmuntar el sistema en cas de transport llarg o per carretera nacional.

Pel que fa al condicionador, serà necessari sempre, assegurar mitjançant cadenes la part posterior del condicionador, Aquestes cadenes passaran pel tub que uneix la barra suport del condicionador posterior amb el rodament del disc posterior i s'uniran al cos de la màquina de manera segura. També serà necessari revisar, sempre abans de qualsevol transport, que cap peça estigui malmesa o solta.

D'altra banda, hi ha una sèrie de consideracions a tenir en compte:

1. El muntatge del condicionador a la màquina s'ha de realitzar de manera que el farratge no passi per la part posterior de les xapes de protecció.
2. La màquina esta dissenyada per treballar a un rang d'altures d'entre 5 i 15 cm.
3. Serà necessari ajustar manualment l'altura del condicionador i les xapes de protecció quan es pretenguin realitzar canvis d'altura considerables.
4. La màquina sí que està preparada per poder realitzar petits ajusts de l'altura en el procés de sega.

1.9. Ordre de prioritat entre els documents

L'ordre d'ubicació dels diferents documents que componen el projecte és:

- 1- Plànols
- 2- Plec de condicions
- 3- Estat d'amidaments
- 4- Pressupost
- 5- Memòria
- 6- Annex



2. ANNEX



2.1. INFORME COMPARATIU DELS DIFERENTS TIPUS DE SEGADORES EXISTENTS AL MERCAT

INDEX

1. Introducció	45
2. Criteris comparatius	46
3. Legislació sobre maquinària agrícola.....	47
3.1. Aplicacions de la legislació	47
3.2. Condicions generals per la circulació	47
3.3. Requeriments dels equips	47
3.4. Dimensions	48
4. Tipologia de segadores.....	49
4.1. Segadora autopropulsada	49
4.2. Segadora frontal	50
4.3. Segadora posterior suspesa	51
4.4. Segadora posterior arrastrada.....	52
4.5. Segadora triple.	53
5. Comparativa	54
5.1. Quadre comparatiu.....	54
5.2. Anàlisis i comentaris.....	54
6. Decisió i conclusions.....	56

1. Introducció

Per tal de desenvolupar un sistema capaç de complir els objectius en la realització de la sega de plantes farratgeres dies abans de la collita, és necessari elegir quin tipus de màquina és l'indicat per tal de poder instal·lar un sistema complementari a la tecnologia de sega per tal de fer possible la posterior collita.

En aquest aspecte, és necessari realitzar una comparació de les diferents tipologies de màquines existents, ja que cada una ofereix uns serveis específics i és necessari veure en quina s'adaptarà millor, acompanyant la decisió en quina es creu que el seu ús serà l'òptim en les terres de Lleida.

En aquest informe es presenta diferents models de segadores, de marques concretes però, que intenta ser representatiu dels diferents models que es troben al mercat.

El sistema de tall de les segadores no es tindrà en compte, ja que és un tema a estudiar per si sol i així es tractarà en un altre informe.

També es té en compte la legislació catalana vigent pel que fa a la circulació de maquinària pesant i agrícola.

2. Criteris comparatius

Per tal de comparar les diferents màquines s'han agafat exemples de diverses marques de tal manera que, les diferents màquines de cada tipologia siguin representatives per tal de poder fer-se una idea de quins requisits i quines avantatges aporta cada tipus.

S'han realitzat diferents fitxes tècniques de les diferents màquines on apareixen les especificacions de velocitat de sega, velocitat de transport, mesures de treball, mesures de transport i altres dades que poden resultar d'interès.

D'altra banda, també s'inclou un apartat on apareixen les principals restriccions legislatives pel que fa a la circulació d'aquestes màquines. La informació legislativa es pel que fa a restriccions tècniques que afecten al disseny de la màquina.

Un cop realitzades les diferents fitxes tècniques s'ha realitzat un quadre comparatiu de les diferents màquines on quedarà resumit, també, les característiques de cada tipologia.

Finalment s'ha realitzat un apartat d'anàlisi i decisió on es troba la discussió on s'elegeix el tipus de màquina que s'utilitzarà.

3. Legislació sobre maquinària agrícola

3.1. Aplicacions de la legislació

Es considera maquinària agrícola tots els equips utilitzats en tasques agràries, incloent-hi accessoris, acoblats, tràilers i carretons específicament dissenyats per al transport de maquinària agrícola i parts d'ella.

Es considera unitat tractora un tractor agrícola, camió, camioneta o màquina recol·lectora que s'utilitzi com a tracció del tren.

3.2. Condicions generals per la circulació

La circulació de maquinària agrícola en vies públiques es realitzarà seguint el següent ordre de prioritats:

- Sempre que sigui possible, per camins auxiliars, en els casos en què aquests presentin unes condicions que garanteixin la circulació segura de la maquinària.
- Circularan per l'extrem dret de la calçada. No podran ocupar el carril oposat, exceptuant aquells casos on l'estructura vial no ho permet, en aquests casos, s'hauran d'adoptar les mesures de seguretat que l'entitat vial disposi.

Tanmateix està prohibit:

- Estacionar sobre la calçada o sobre la vorera, en aquells casos que dificulti la visibilitat a altres conductors.
- Circular pel centre de la calçada, exceptuant camins auxiliars.
- Efectuar avançaments.

3.3. Requeriments dels equips

- Per la circulació hauran de ser desmuntades totes les parts fàcilment mòbils, o que constitueixen un risc per la circulació, tals com les plataformes de tall. Rodes externes si fossin duals, escaletes, etc., de tal manera que es disminueixi, el màxim possible l'amplada de la maquinària i millorar la seguretat vial.
- La unitat tractora haurà de, tenir un freno capaç d'aturar el tren en una distància no superior a 30 metres.
- El tractor haurà de tenir una força suficient per poder arribar a una velocitat mínima de 20 quilòmetres per hora.



- Ha de tenir com a mínim 3 punts per elements suspesos o bé 1 punt per elements remolcats de suports rígids i cadenes de seguretat.

3.4. Dimensions

- L'amplada màxima de la maquinària agrícola en aquesta modalitat de transport és 3,5 metres, la maquinària agrícola que superi aquesta amplada haurà de ser transportada mitjançant carretons.
- La llargada màxima serà de 4,2 metres sempre que en l'itinerari no existeixin obstacles que impedeixin la circulació d'aquesta.

4. Tipologia de segadores

Per tal de poder escollir la millor opció per implantar la millora en el sistema de sega de llavor farratgera (Ray-Grass, Festuca, etc.) es comparen 4 tipus de màquines. Segadora autopropulsada, segadora frontal, segadora posterior i, com a cas particular, la segadora triple.

En cada tipus s'estudien diferents casos de diferents marques escollides de manera arbitrària pretenent ser representatives d'aquesta tipologia de sega.

4.1. Segadora autopropulsada

En aquest cas, s'estudiarà cada màquina concreta amb l'exemple de capçal que ofereix cada catàleg. S'han escollit quatre segadores de diferents marques per tal d'obtenir una idea de la tipologia i morfologia que ofereixen aquestes màquines.



Figura 34. Segadora Autopropulsada Case WD 2104.

Taula 4. Taula comparativa de diferents segadores autopropulsades.

Marca-Model	Potència (CV)	Amplada de transport (mm)	Amplada de capçal (mm)	Velocitat de treball (Km/h)	Velocitat de transport (Km/h)
CASE WD 2104	200	3683	5588	25,7	33,8
ROSTSELMASH KSU-1	160	3000-4000	3000-9000	17	20
MACDON M155 E4 WINDROWER	160	3410	Variable	26	37
NEW HOLLAND H8060	190	3000-4000	4876-11000	20	30

4.2. Segadora frontal

En aquest apartat s'estudien diferents marques de segadores per a tractor frontals. El sistema serà similar a l'anterior apartat però, en aquest cas, es contempla només la segadora i no el tractor.



Figura 35. Segadora frontal Pottinger Novacat 301.

Taula 5. Taula comparativa de diferents segadores frontals.

Marca-Model	Tipus de tall	Amplada de treball (mm)	Amplada de la filera (mm)	Amplada de transport (mm)	Massa (Kg)	Potència (CV)
KUHN GMD 3125F	Discs	3100	1200	3100	1105	43
KUHN PZ320F	Tambors	3100	-	3000	550	60
JHON DEERE F350R	Discs	3500	1200-2400	3480	1350	120
CLAAS 3600F	Discs	3400	-	3400	870	-
POTTINGER NOVACAT 301	Discs	3000	1500-2000	2980	905	60

4.3. Segadora posterior suspesa

Per tal de comparar les segadores posteriors és necessari diferenciar entre les suspeses que se suporten als braços i el tercer punt del tractor i les que són rodades que incorporen una llança de tir. En aquest apartat es comparen les segadores suspeses.



Figura 36. Segadora posterior suspesa Pottinger Novadisc 305.

Taula 6. Taula comparativa de diferents segadores posteriors suspeses.

Marca-Model	Tipus de tall	Amplada de treball (mm)	Amplada de la filera (mm)	Amplada de transport (mm)	Massa (Kg)	Potència (CV)
KUHN FC 284	Discs	2800	1000-2700	-	1100	60
JOHN DEERE 328A	Discs	2800	1000-2200	2500	1100	80
CLAAS CONTOUR 4000	Discs	3800	-	Inferior a roda-roda	1040	-
KUBOTA	Discs	2800	-	2200	1025	80
POTTINGER NOVADISC 305	Discs	3040	2300	-	690	60

4.4. Segadora posterior arrastrada

En aquest cas es compara el segon tipus de segadores posteriors. Es veu que el tipus de tir pot ser central o lateral, aquesta condició és una elecció que es realitzarà en funció de si aquest tipus de màquina és l'idoni per acoblar-li un condicionador de sega prèvia a la recol·lecció.



Figura 37. Segadora posterior arrastrada John Deere 835.

Taula 7. Taula comparativa de diferents segadores posteriors arrastrades.

Marca-Model	Tipus de llança	Tipus de tall	Amplada de treball (mm)	Amplada de la filera (mm)	Amplada de transport (mm)	Massa (Kg)	Potència (CV)
JOHN DEERE 835	Central	Discs	3500	1000-2400	3500	2700	115
KONGSKILDE GMTL	Lateral	Discs	3150	-	3000	-	95
KUHN FL 3560 TC	Central	Discs	3500	1100-2700	3500	-	84
KUBOTA DMC 8036T	Lateral	Discs	3600	-	3400	2160	90

4.5. Segadora triple.

Aquest tipus de segadores és la combinació de dues segadores flotants posteriors, una per cada costat del tractor i una segadora davantera. En el quadre següent s'estudien les segadores bessones posteriors suspeses. Per tal de ser triples s'hi ha d'acoblar una davantera de les estudiades anteriorment.



Figura 38 Segadora triple suspesa Kuhn PZ960.

Taula 8. Taula comparativa de diferents segadores triples suspeses.

Marca-Model	Tipus de tall	Amplada de treball (mm)	Amplada de la filera (mm)	Amplada de transport (mm)	Massa(Kg)	Potència (CV)
JOHN DEERE R990R	Discs	9700	1300-3200	3350	4720	250
KUHN PZ960	Tambors	8700	-	3000	1900	115
DEUTZ-FAHR DM493	Tambors	8700	-	3000	1900	115
CLAAS 8500TREND	Discs	8200	-	2950	5000 aprox	-
POTTINGER NOVADISC 810	Discs	8080	1300	2850	1400	85

5. Comparativa

En el quadre següent (taula 9), s'hi recull un resum de les dades més rellevants recollides dels diferents tipus de segadora que s'han analitzat en aquest document.

L'objectiu d'aquest quadre és facilitar una imatge representativa de cada tipologia de segadora, evidentment cada segadora en concret presenta les seves característiques però, aquest quadre representa, en general, la morfologia i capacitat d'aquestes. Les dades que aquí queden representades són mitges aproximades de les dades recollides en l'apartat 4. Es consideraran variables totes aquelles especificacions que tinguin un gran rang de mesura i, que siguin decisió de l'usuari. L'objectiu d'aquest tractament de dades és esdevenir el més representatiu possible.

També s'inclou un apartat (5.2) on s'analitza els diferents tipus de segadores, incloent comentaris per tal de poder extreure una conclusió vàlida per a la selecció d'un tipus de segadora en la que instal·lar la condicionador de sega prèvia a recol·lecta.

5.1. Quadre comparatiu

Taula 9. Taula comparativa i representativa dels diferents tipus de segadores existents.

Tipus	Amplada de treball (mm)	Amplada de filera (mm)	Amplada de transport	Massa (Kg)	Potència (CV)
Autopropulsada	Variable	Variable	3500	-	180
Frontal	3200	1200-2400	3200	1100	Variable
Posterior suspesa	3500	1100-2700	2300	1100	80
Posterior arrastrada	3500	1100-2700	3500	2500	90
Triple	8700	1100-2700	3200	-	115-250

5.2. Anàlisis i comentaris

Per començar cal dividir la comparació de les diferents segadores en dos grups, les autopropulsades i les transportades per tractor.

Les autopropulsades presenten una gran capacitat de treball, molta versatilitat ja sigui en amplada de treball, filera, tipologia de tall, etc. Aquest tipus sembla indicat per aplicar-li una millora, ja que ofereix un gran ventall d'opcions però, presenta el problema del transport i circulació per via pública, ja que aquest tipus de màquines presenten unes grans dimensions i a més, avui en dia, no es poden homologar a Espanya.

Les segadores transportades per tractor presenten, totes, característiques similars. Si n'hi ha un tipus que es desmarca dels altres és la posterior arrastrada. Aquest tipus de sega rodant estirada pel “tir” del tractor, presenta una major capacitat de sega que la segadora flotant però té limitacions pel que fa a combinacions, i pel que fa a transport, ja que les dimensions observades d'aquest tipus de segadora rossa l'amplada màxima de circulació, i aquest fet pot ser un problema.

Pel que fa a els dos tipus de segadores flotants, davanteres i posteriors, presenten una total seguretat a l'hora de ser transportades, ja que la davantera rossa les dimensions del tractor, i la posterior té capacitat de plegar-se. També, mostren una gran capacitat d'acoblament per tal de convertir-se en segadores triples. Tot i això, aquest tipus de segadores presenten l'inconvenient que tot i estar combinades, dos posteriors i una davantera, i així, aconseguint una amplada de treball ideal, cada una de les tres segadores sega per separat, això presenta la dificultat que cada una d'elles, per separat, tenen una amplada de treball relativament reduïda. Un altre inconvenient que presenta aquest tipus de sega és que requereix tractors de grans dimensions si es volen utilitzar com a segadores triples.

6. Decisió i conclusions

La màquina que s'ha escollit per tal d'implementar la millora del condicionador és la segadora frontal.

Aquesta decisió respon als motius següents:

Presentar facilitat en el transport i pel conductor, és la més fàcil de fer treballar. Cal recordar que per fer la presega de llavor és necessari tenir visibilitat en la zona de tall i aquest objectiu el compleix millor que una posterior. És cert que es contempla l'opció de combinar la segadora frontal amb una posterior però, aquesta posterior no representa ser tan problemàtica, ja que únicament s'utilitzarà per a enteres on es veu clarament factible el seu ús i cal recordar, que no ha de reduir la mesura de la filera a la del tractor.

Es descarta l'opció de realitzar un sistema pensat per fer la combinació triple, ja que en camps molt grans on hi ha pivots podria ser una solució òptima però, en cobertures es complica molt el fet de portar tres cossos. A més a més, cada cos que s'afegeix al sistema funciona per separat dels altres i és una complicació més per al tractorista. També s'ha tingut en compte que s'utilitza una cosetxadora de 6,2 metres i s'intenta que aquesta pugui agafar una o dues files.

Els sistemes arrastrats, tot i ser més ràpids es consideren poc efectius en zones àmplies i complicats en les zones més petites o arraconades. També cal destacar que els sistemes arrastrats trepitgen el farratge i cal evitar-ho.

Per acabar, es descarta l'autopropulsada perquè no és possible homologar-la per circular a Espanya i tot i ser l'únic sistema que amb pintes grans realment funciona a certs llocs del món on les condicions són més òptimes, en les terres de Lleida on encara hi ha molta cobertura no és factible l'ús de màquines tan grans i un problema el fet de transportar-les.



2.2. INFORME TÈCNIC SOBRE DIFERENTS METODOLOGIES DE TALL EN SEGADORES DE FARRATGE

Índex

1. Introducció	59
2. Segar mitjançant barra de tall	60
3. Segar mitjançant discs i tambors	61
3.1. Diferències constructives en les segadores de discs	62
4. Anàlisi dels mètodes de tall	64
4.1. Avantatges i inconvenients de la barra de tall	64
4.1.1. Avantatges	64
4.1.2. Desavantatges	64
4.2. Avantatges i inconvenients dels discs	64
4.2.1. Avantatges	65
4.2.2. Desavantatges	65
5. Conclusions	66

1. Introducció

Per tal de poder escollir la millor opció en el sistema de tall, en el que s'hi aplicarà la millora del sistema condicionador, és necessari conèixer els diferents tipus de tall que hi ha en el mercat, és a dir conèixer la tecnologia que s'hi aplica i quines possibilitats ofereixen.

Els tres sistemes més utilitzats són barres de fulla-contrafulla (cuchillas), barres de discs i tambors. Aquests tres sistemes són els que s'estudien en aquest informe.

L'informe també inclou la decisió i la seva justificació de quina és la millor tècnica de sega per tal que el condicionador pugui treballar en les millors condicions possibles tenint en compte la decisió presa en quan a màquina, en aquest cas, segadora frontal de tractor.

Els diferents sistemes de sega es valoren atenent a la velocitat de treball, la qualitat del tall, les possibilitats d'actuació un cop la planta està tombada i les necessitats d'accionament i potència de la màquina.

S'ha de tenir en compte, que si el tall no es realitza de manera neta, pot augmentar la velocitat de fermentació del producte segat. En aquest cas concret la velocitat de fermentació cobra importància, ja que s'ha de tenir en compte que la planta està plena de llavor a una humitat elevada.

2. Sega mitjançant barra de tall

Existeixen dos sistemes de tall per barres de fulles. El sistema de fulla i contrafulla: Aquest sistema actua com una tisora, produint un tancament aixafant entre dues fulles el tall de la planta. I el sistema d'una única fulla, o tall per cop que consisteix en una única fulla desplaçant-se a una velocitat elevada. Aquest segon principi de sega només és efectiu si la velocitat realment és elevada, si no ho és, el tall no és net fent malbé la planta. Per altra banda aquest sistema de tall per cop ofereix l'avantatge que la planta no sofreix l'efecte del tancament i l'aixafament de l'actuació de la fulla amb la contrafulla evitant així danys al tall de la planta i vibracions contraproduents per preservar la llavor a la planta tallada.

Entre els equips que utilitzen el principi de sega per acció de fulla sobre la contrafulla es troben els coneguts com barres de tall, amb dits fixes (contrafulles) i fulles mòbils. Existeixen tres separacions normalitzades entre dits fixes i es recomana utilitzar la configuració que deixa els dits més junts, ja que d'aquesta manera s'aconsegueix un menor desplaçament de la planta per tal de realitzar el tall. La principal avantatge d'aquest sistema, és la netedat de tall sense que el farratge es contamina de terra. La principal desavantatge és que la velocitat de treball ha de ser reduïda per tal d'evitar embossaments.

Utilitzant aquests principis existeix una millora significativa que consisteix a substituir els dits fixes (contrafulles) per fulles mòbils. Al no utilitzar dits fixats, ja que les dues fulles es llisquen entre si, de la mateixa manera que ho fan les fulles d'una tisora, el tall és net i es pot augmentar la velocitat de treball evitant els problemes d'embossat.



Figura 39. Segadora autopropulsada amb un sistema de tall de barra de fulla i contrafulla.

3. Sega mitjançant discs i tambors

En aquests casos les fulles van col·locades a la perifèria de rotors d'eix vertical i es desplacen amb la vora de tall pròxima a l'horitzontal.

Poden, establir-se diferències segons la forma en la qual es realitza la transmissió del moviment als rotors. Es consideren segadores de tambors les que disposen de rotors amb fulles accionats des de la part superior i tenen més de 600 mm de diàmetre, per tant van suspesos d'una biga que conté els elements de transmissió, amb suport a terra sobre un plat d'eix concèntric amb el de cada tambor, ajustable per modificar l'altura del tall.

En alguns casos, els tambors exteriors són més grans que els interiors i l'accionament d'aquests es realitza des de la part superior, el que proporciona a la màquina, una estructura molt rígida mecànicament.



Figura 40. Segadora frontal de tambors.

En les segadores de discs l'accionament dels rotors, es realitza des de la part inferior, de tal manera que la caixa que conté les transmissions roman recolzada a terra. L'altura mínima del tall està condicionada per el gruix del cos de la segadora que transmet el moviment, encara que es pot inclinar lleugerament per reduir l'altura de tall.



Figura 41. Segadora posterior suspesa amb un mecanisme de tall per discs amb tambors als extrems per tal d'orientar el farratge

En qualsevol dels casos les fulles es munten sobre eixos lliures i es mantenen perpendiculars l'eix de rotació per l'acció de la força centrífuga, encara que poden amagar-se en xocar amb algun obstacle.

Depenent del diàmetre (disc o tambor) les segadores d'eix vertical presenten les característiques resumides en la taula 10.

Taula 10. Característiques generals de sistemes de tall per discs i tambors.

	<i>Discs</i>	<i>Tambors</i>
<i>Accionament</i>	Inferior	Superior
<i>Diàmetre (mm)</i>	400-500	600-1200
<i>Règim de gir (rev/min)</i>	2500-3000	1500-2500
<i>Nº de fulles per disc</i>	2-3	3-4
<i>Forma del disc</i>	Rodona/Oval/triangular	Rodona
<i>Altura de tall (mm)</i>	30-150	25-65

En general, amb les segadores de discs i de tambors s'obté menys qualitat i precisió a l'altura de tall que amb les de barres de tall. També augmenta el consum d'energia, Hi ha cert perill de projecció de pedres, per aquest motiu treballen tapades amb pantalles flexibles, les fulles es poden fer malbé amb xocs, i es pot produir alguna contaminació del farratge amb terra, però molt menys que amb les segadores rotatives d'eix horitzontal. Les fulles se substitueixen periòdicament, ja que el tallant es perd pel desgast que provoca el tall.

3.1. Diferències constructives en les segadores de discs

L'oferta de segadores de discs és molt extensa, ja que aquí es troba la demanda més gran actual del mercat espanyol. Les diferències entre els diferents models es troben en les característiques dels discs, en la forma en què es col·loquen les fulles i en els elements que componen les transmissions.

Pel que fa a qualitat de tall, els discs triangulars amb tres fulles treballant en contra rotació són la referència, pel màxim encavalcament entre les fulles dels discs contigus, encara que existeix el risc de produir doble tall, aquest fet pot produir la pèrdua de llavor a causa de les vibracions que produeix a la planta. Aquest fet només es pot donar si es treballa a poca velocitat.

Els discs de forma oval a l'entrar en la contra rotació d'un sobre l'altre, ofereixen un bon encavalcament.

Hi ha altres empreses que mantenen els discs rodons amb fulles encavalcades per tal de provocar un efecte de succió que aixeca l'herba estesa. En determinats casos, els discs estan dotats d'un sistema de suspensió que els permet desplaçar-se cap a baix en dues fases per tal de poder-se adaptar a les irregularitats del terreny.

En la taula 11 es mostra una comparativa de les diferents dades tècniques i prestacions de les segadores.

Taula 11. Dades tècniques y prestacions de les segadores.

	<i>Alternatives</i>		<i>Rotatives</i>	
	Senzilla	Doble	Discs	Tambors
<i>Velocitat de treball (Km/h)</i>	5-7	6-10	10-15	10-15
<i>Capacitat de treball (h/ha i m tall)</i>	4,0-5,0	2,5-2,8	2,5-2,8	2,5-2,8
<i>Qualitat de tall</i>	Molt bona	Molt bona	Bona	Bona
<i>Contaminació del farratge amb terra</i>	Baixa	Baixa	Mitja	Mitja
<i>Sega del farratge tombat</i>	No	Poc	Poc	Poc
<i>Potència necessària</i>	Baixa	Mitja	Alta	Alta

4. Anàlisi dels mètodes de tall

Per tal de poder prendre una decisió òptima pel que fa al sistema de tall de la segadora és necessari analitzar els avantatges i inconvenients de cada tipus de segadora respecte a l'objectiu que es vol assolir: La presega de plantes farratgeres com el Ray-Grass.

4.1. Avantatges i inconvenients de la barra de tall

L'anàlisi dels avantatges i inconvenients de la sega utilitzant barra de tall es duran a terme en funció del sistema de fulla-contrafulla amb contrafulla mòbil. Aquesta elecció és dur a terme, ja que el sistema de contrafulla fixa té un inconvenient principal insalvable que juga del tot en contra del propòsit del projecte. El sistema de contrafulla fixe, desplaça substancialment la planta per tal de pressionar-la en la contrafulla i aquest fet produeix moltes vibracions en la planta fent que la llavor caigui a terra completament. El sistema de fulla simple també s'ha descartat davant mà, ja que necessita una velocitat molt elevada de tall, si no és així, la segadora fa malbé la planta completament per tant, davant aquest condicionament es decideix descartar.

4.1.1. Avantatges

- Aquest sistema ofereix una baixa contaminació de terra en el farratge.
- Si la màquina es porta en les condicions òptimes de velocitat de avenç i rotació aquest sistema presenta la millor qualitat en el tall.
- Necessita poca potència de funcionament.

4.1.2. Desavantatges

- Aquest sistema de tall produeix aixafament i vibracions a les espigues.
- La velocitat d'avenç a de ser reduïda per evitar embossaments.
- No té capacitat de afilar el tallat per si sol.
- Té poca capacitat per segar el farratge tombat.

4.2. Avantatges i inconvenients dels discs.

Els avantatges i inconvenients de l'anàlisi es durà a terme per segadores amb barres de discs i no de tambors. Els tambors s'han descartat, ja que es considera que el sistema de tall en discs és més complet i més proper disc a disc, a més a més el sistema de funcionament dels tambors complica modificacions en la màquina.

També cal destacar que en les segadores noves de discs s'instal·la un tambor en contra rotació, en cada un dels extrems de la màquina.

4.2.1. Avantatges

- La velocitat d'avenç és més elevada que en els altres tipus de segadores.
- No necessita una òptim estat del farratge, ja que si es porta el disc en unes condicions favorables de velocitat lineal i de rotació, el tall es bo en diverses humitats.
- Presenta certa capacitat de segar el farratge tombat.
- Presenta facilitat de funcionament i capacitat per ser modificada.

4.2.2. Desavantatges

- La qualitat de tall en condicions òptimes és inferior a la segadora de fulles.
- Necessita més potència de motor.
- Presenta una certa contaminació de farratge.

5. Conclusions

Finalment, i per tot el que s'ha exposat, s'arriba a la conclusió que el mecanisme de tall més adequat per tal de realitzar una millora en una segadora de farratges és el tall per discs amb tambors als extrems.

Aquesta decisió està sustentada a la raó de les dificultats trobades en el tall per fulla contrafulla. Tot i presentar un tall en la planta més òptim i una menor contaminació que el sistema de discs, s'ha de tenir en compte que aquestes condicions favorables només es donen en punts d'humitat del farratge molt concrets.

Aquest tipus de planta presenta una campanya de recollida de llavor molt curta, és a dir durant aproximadament 40 dies a l'any s'ha de presegir i cosetxar totes les hectàrees destinades a llavor. A més el punt òptim de sega és molt curt i moltes vegades sigui per inclemències meteorològiques o per problemes logístics, pel que fa a disponibilitat de cosetxadora o segadora, s'opta per avançar la presegir i per tant utilitzar la segadora en un punt d'humitat elevat. Això provoca que la segadora de fulles ja no sigui tan adient, en canvi la de discs segueix funcionant correctament.

Per altra banda, quan en tan poc temps s'ha de segar tantes hectàrees, i sabent que el Ray-Grass i la Festuca són cultius que van en augment és un factor important la velocitat de sega superior que té el disc.

Per acabar, també s'ha tingut en compte, la diferencia de dificultat constructiva i la facilitat per aplicar un condicionador en les diferents tecnologies i s'ha vist clarament avantatjat el sistema de discs respecte a el sistema de fulles.

2.3. Ubicació del condicionador en la màquina.

Per tal de poder ubicar el condicionador en la màquina és necessari realitzar un estudi que assegurí el bon funcionament d'aquest.

Per tal de poder saber que el condicionador treballa en condicions adequades és necessari tenir en compte els següents paràmetres:

1. La roda posterior dels condicionadors ha de tenir contacte directe amb el terra, l'anterior no és estrictament necessari, ja que acompanya i dirigeix la planta segada cap a la roda posterior.
2. La filera no port admetre una reducció major d'un 50% de l'entera.
3. Els discs de cautxú estan preparats per recolzar a terra i fins i tot per patir una certa deformació, això permet tenir un cert marge entre el màxim i el mínim d'elevació de la màquina.

Per començar aquest càlcul en particular, es detallen les mesures constructives necessàries i alguna assumpció que s'ha tingut en compte per realitzar el càlcul.

En primer lloc, cal remarcar que les mesures no són exactes, ja que no totes les segadores presenten les mateixes mesures tot i tenir la mateixa entera, també cal recordar que en aquesta segadora anteriorment se li havia realitzat una elevació del xassís per tot això, els valors utilitzats són els següents:

1. El condicionador presenta una longitud lineal d'aproximadament 1 m.
2. L'altura lineal del condicionador, prenent com a valors mínim de treball el disc anterior és de 0,54 m.
3. L'amplada de l'entera és de 2,8 m aproximadament.

Sabent els següents paràmetres i valors s'ha buscat la posició vertical en la qual s'ha d'acoblar el condicionador:

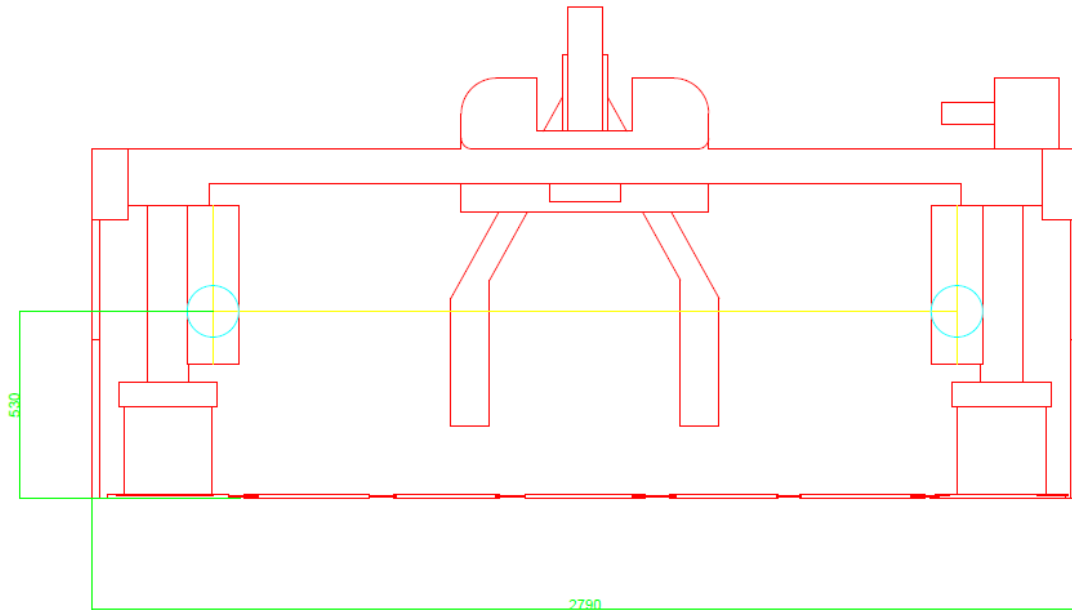


Figura 42. Dibuix esquematitzat i representat en alçat de la segadora i marcat en circumferència blava la ubicació del punt més alt de la platina de acoblament del condicionador

Com es contempla en la figura 42 la distància del punt més alt de la platina d'acoblament del condicionador estar 1 cm per davall de l'altura mencionada anteriorment (54 cm). Aquest centímetre és un marge que el cautxú permet deixar i que servirà per evitar que els discs anteriors no entrin en rotació quan estan en contacte amb el terra. Cal recordar que un cop la màquina queda suspesa (Rodes ja no estan totalment recollides) el disc anterior fa de suport únicament.

Per altra banda, s'ha de calcular en quin angle actuarà el condicionador. Cal recordar que és missió important d'aquest, reduir el màxim possible la filera però, cal recordar també, que és perjudicial per a la germinació de la llavor que la filera sigui més petita de la meitat de l'entera.

Com a puntualització final, cal recordar que no és necessari realitzar un càlcul al mil·límetre. Per això s'han fixat nombres sencers, ja que els valors de seguretat són orientatius.

Per tal de trobar l'angle correcte de posició del condicionador, mitjançant el programa Autocad i sabent que el condicionador fa aproximadament un metre, s'ha buscat l'angle que proporciona la cota mínima (en verd a la figura 40) dels punts més propers entre condicionadors, tenint en compte que aquesta cota no pot ser inferior a 1,4 m

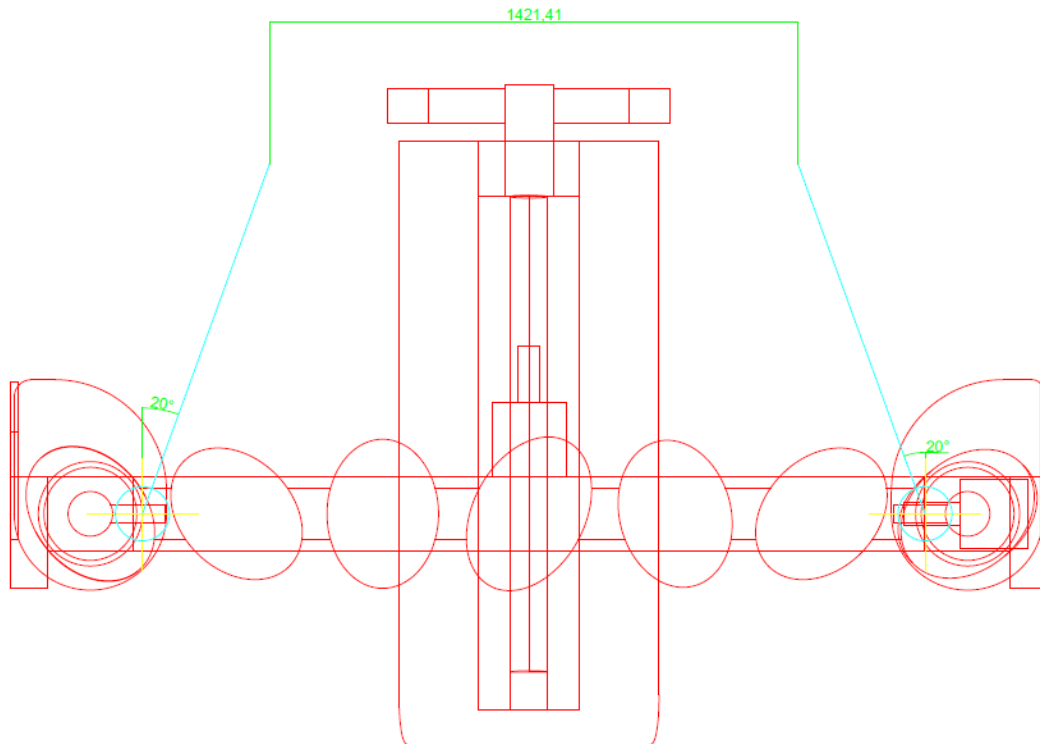


Figura 43. Imatge en planta de l'esquema de la segadora, en blau queda marcada la posició de condicionador.

L'angle de posició del condicionador és de 20 graus. Sabent aquest angle i l'altura marcada en l'alçat de la figura 42 es posicionar aproximadament el condicionador. S'ha de tenir en compte que l'ancoratge a la màquina no és competència d'aquest projecte i que depenent del sistema d'ancoratge es possible que l'angle canviï.

2.4. Dimensionat de la molla

S'instal·la una molla que serà la responsable d'obligar al gir, des de l'instant en què recolza completament a terra, al disc de cautxú posterior.

Per tal de dimensionar aquesta molla es tenen en compte les dades i premisses següents:

1. La massa de la part posterior del conjunt del condicionador (Figura 44) és a dir, la part mòbil del condicionador té un pes aproximat, calculat mitjançant els materials i l'eina Creo de 10 Kg en total i 1,5 Kg pertanyen a la barra i 8 Kg al conjunt del disc.
2. La longitud màxima de la molla en posició òptima de treball és de 300 mm aproximadament però, s'ha de comptar amb l'espai que ocupa els ganxos que agafen la molla. Es considera una longitud útil de la molla estirada de 200 mm.

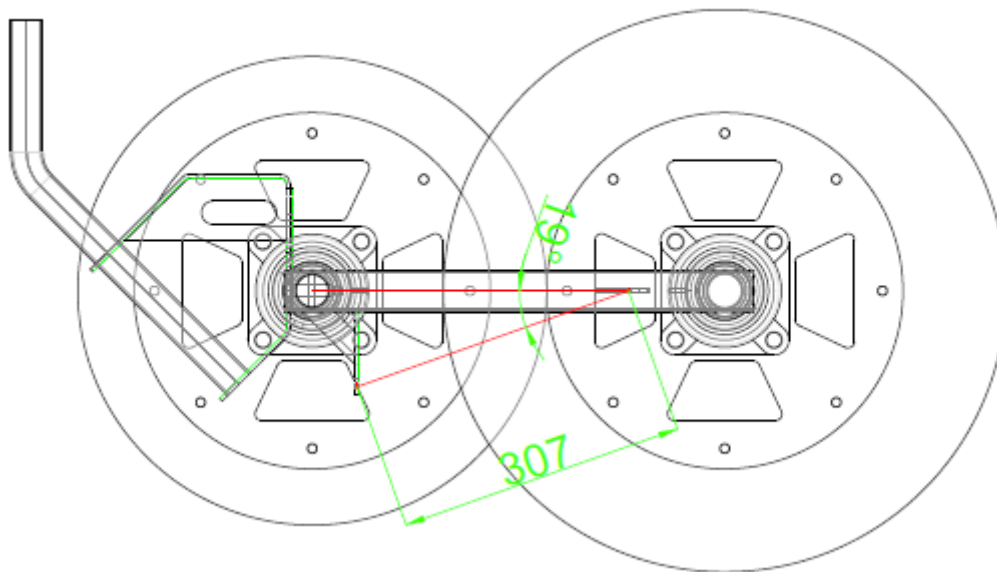


Figura 44. Muntatge dels discs del condicionador. Els valors que aquí s'assenyalen són el òptims en un terra totalment llis, com el terra varia en cada situació els valors agafats són exactes. El error que es pot cometre queda compensat pel coeficient de seguretat.

3. Es considera un factor de fricció estàtic entre el cautxú i el terra de camp de 0,5. Aquest és un valor molt aproximat, ja que les condicions del terra poden ser molt variables en cada moment o situació. Per tal d'obtenir una major seguretat en els diferents estats del terra es prendrà un coeficient de 0,3
4. L'angle entre l'horitzontal i la inclinació de la molla és d'aproximadament 20°.

5. Per calcular la longitud lliure de la molla es considera que és un 20% menys que la longitud màxima, per tant 160 mm.
6. El rodament i el sistema de gir del disc ofereixen un parell resistent de 15 Nm.
7. La posició que es pren per fer el càlcul és la ideal de treball del condicionador per tal que aquest tingui un bon funcionament. La molla estarà dimensionada de manera que en petits canvis en l'altura de la màquina funcioni correctament però, si es canvia notòriament l'altura de treball de les rodes, s'ha d'ajustar l'altura del condicionador en la màquina.
8. Es considera una velocitat normal de treball de 10 Km/h.

Per tal de determinar la constant elàstica de la molla, es necessari determinar les reaccions al rodament, que es la unió entre la barra que suporta la molla i el disc. Per determinar aquestes dues reaccions s'analitza el sistema de la figura 45:

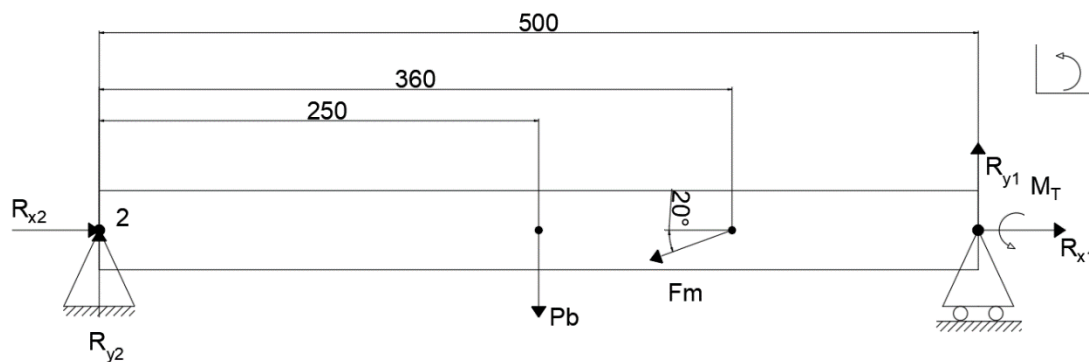


Figura 45. Diagrama del cos lliure de la barra que suporta el disc posterior.

En primer lloc, es realitza sumatori de moments en el punt 2:

$$\sum M_2 = 0 \rightarrow -P_b 0,25 - F_m \sin(20) \cdot 0,36 + 0,5R_y = 0 \quad (1)$$

$$R_y = \frac{1,5 \cdot 9,81 \cdot 0,25 + \sin(20) \cdot 0,36 F_m}{0,5} \quad (2)$$

$$R_y = 7,4 + 0,25 F_m \quad (3)$$

Un cop trobades les expressions de les reaccions es busca la força de fricció mitjançant el diagrama del cos lliure del disc posterior(Figura 46):

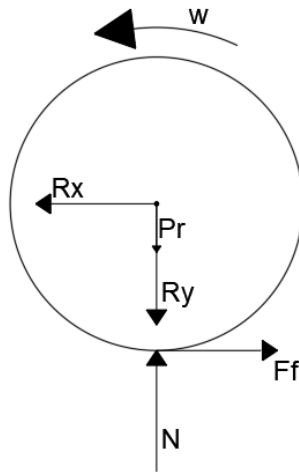


Figura 46. Diagrama del cos lliure del conjunt del disc posterior. Diàmetre 600mm.

En primer lloc, es realitza el sumatori de moments en l'eix de rotació:

$$\sum M_0 = I\alpha \rightarrow F_f \cdot 0,3 - M_r = I\alpha \quad (4)$$

Per poder resoldre l'equació és necessari determinar I i l'acceleració angular.

$$I = \frac{1}{2}mr^2 = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 0,3^2 = 0,36 \text{ Kg}m^2 \quad (5)$$

Per tal de calcular l'acceleració angular es considera una velocitat normal de 10 Km/h i que aquest s'assoleixen en 3 segons:

$$a = \frac{v}{t} = \frac{10 - 0 \text{ Km/h}}{3s} \cdot \frac{1000m}{1Km} \cdot \frac{1h}{3600s} = 0,925m/s^2 \quad (6)$$

$$\alpha = \frac{a}{r} = \frac{0,925}{0,3} = 3 \text{ rad/s}^2 \quad (7)$$

Per tant, es resol que la força de fricció és:

$$F_f = \frac{0,36 \cdot 3 + 15}{0,3} = 53,6 \text{ N} \quad (8)$$

I, un cop trobada la força de fricció es troba la força normal:

$$N = \frac{F_f}{\mu_s} = \frac{53,6}{0,3} = 178,7 \text{ N} \quad (9)$$

Per acabar, es realitza el sumatori de forces en l'eix Y substituint R_y per l'expressió trobada anteriorment.

$$\sum F_y = 0 \rightarrow -P_r + N - (7,4 + 0,25F_m) = 0 \quad (10)$$

I, resolent l'equació:

$$F_m = \frac{-8 \cdot 9,81 + 178,7 - 7,4}{0,25} = 371,28 \text{ N} \quad (11)$$

I finalment, a partir de la força de la molla es determina la constant elàstica, sabent que la molla sofreix un increment de 0,04 m:

$$K = \frac{F_m}{x} = \frac{371,28}{0,04} = 9275 \text{ N/m} \quad (12)$$

Per tant, s'utilitza una molla amb una constant elàstica de 9500 N/m.

2.5. Càlcul dels rodaments

En les dues parts del prototip hi apareixen diferents rodaments, per això es realitza el càlcul i l'anàlisi del rodament que està situat en un punt més crític, i que es preveu que ha d'aguantar més esforços.

Aquest rodament és l'instal·lat en els discs posteriors del rodament (Figura 47).

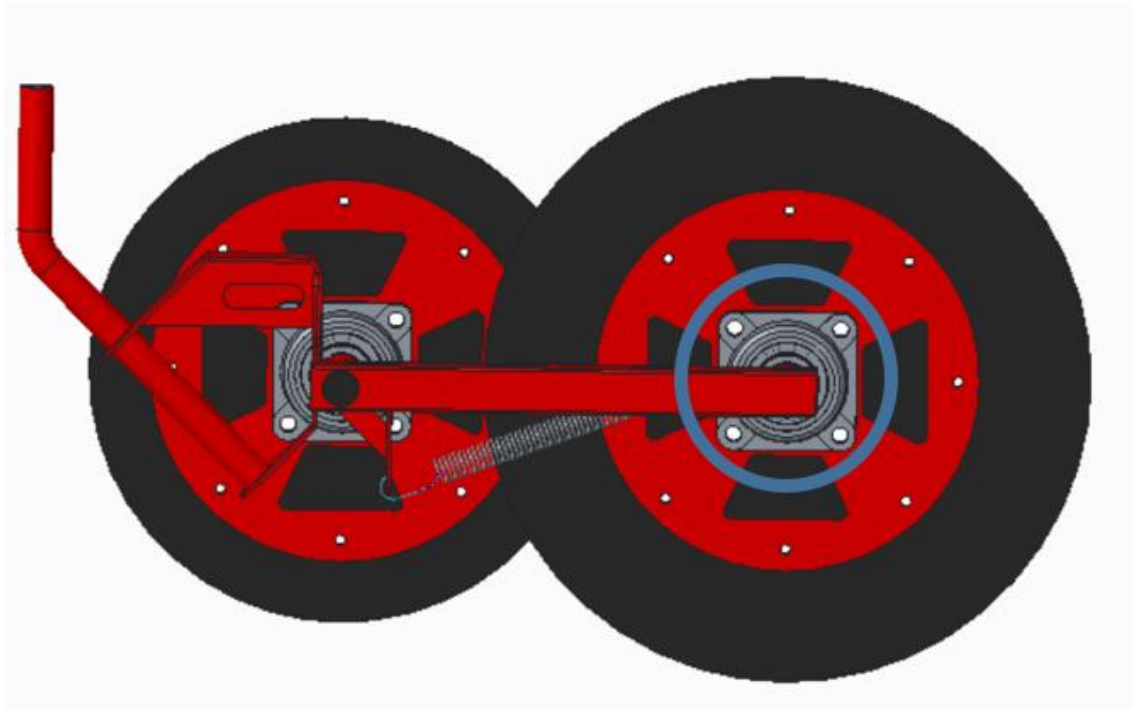


Figura 47. Imatge en creu del condicionador on queda indicat el rodament a estudiar.

Els rodaments utilitzats en el condicionador són: “Fag de boles doble”

En general, es defineix la vida útil del rodament mitjançant l'expressió següent:

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^p \cdot 10^6 \quad (13)$$

On “C” és la carga requerida pel rodament i és un valor donat pel fabricant. En aquest cas, és de 45 kN.

“p” és un factor que en general és 3 per a rodaments de boles.

“P” representa la carga dinàmica i es calcula mitjançant la següent expressió:

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad (14)$$

Els factors X i Y són donats pel fabricant.

En aquest cas concret, el fabricant dona una expressió simplificada, que és:

$$P = F_r + Y_1 \cdot F_a \text{ si } \frac{F_a}{F_r} \leq e \quad (15)$$

$$P = 0.65 \cdot F_r + Y_2 \cdot F_a \text{ si } \frac{F_a}{F_r} > e \quad (16)$$

El coeficient “e” també donat per catàleg és de 0,25. El factor Y_1 és de 2,52 i el factor Y_2 3,9.

Per poder calcular la carga dinàmica, primer és necessari determinar les forces radials i axials que actuen sobre el rodament. Per tal de poder entendre d'on apareixen les diferents forces que actuen sobre el rodament és necessari indicar la distribució de velocitats que apareixen en el condicionador (Figura 48). A l'existir una inclinació del condicionador respecte a la línia d'avanç de la màquina la velocitat de la màquina es descompon en la velocitat de rotació del condicionador i la velocitat de lliscament del disc, ja que mentre roda també llisca.

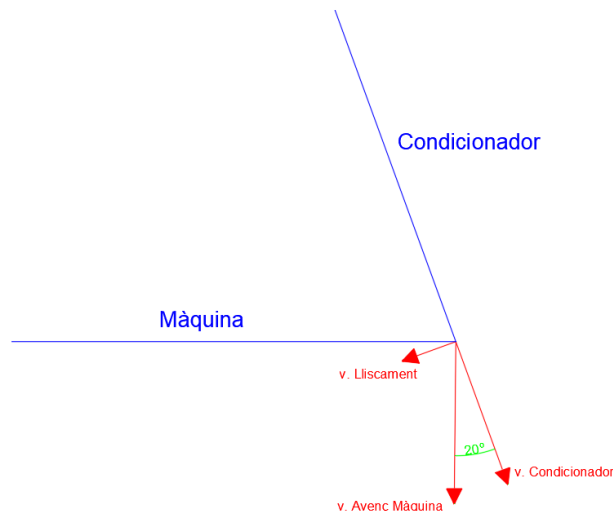


Figura 48. Esquema de velocitats del condicionador. En blau s'esquematitza la màquina i el condicionador i en roig la distribució de velocitats. S'ha esquematitzat només un costat del sistema complet, el costat esquerre serà simètric al dret.

Cal recordar que en el càlcul on s'ha dimensionat la molla, s'ha determinat la força normal i a partir d'aquesta es determina la força de fricció utilitzant un coeficient estàtic de 0,3:

$$N = 179 \text{ N} \quad (17)$$

$$F_f = N \cdot \mu_e = 179 \cdot 0,3 = 54 \text{ N} \quad (18)$$

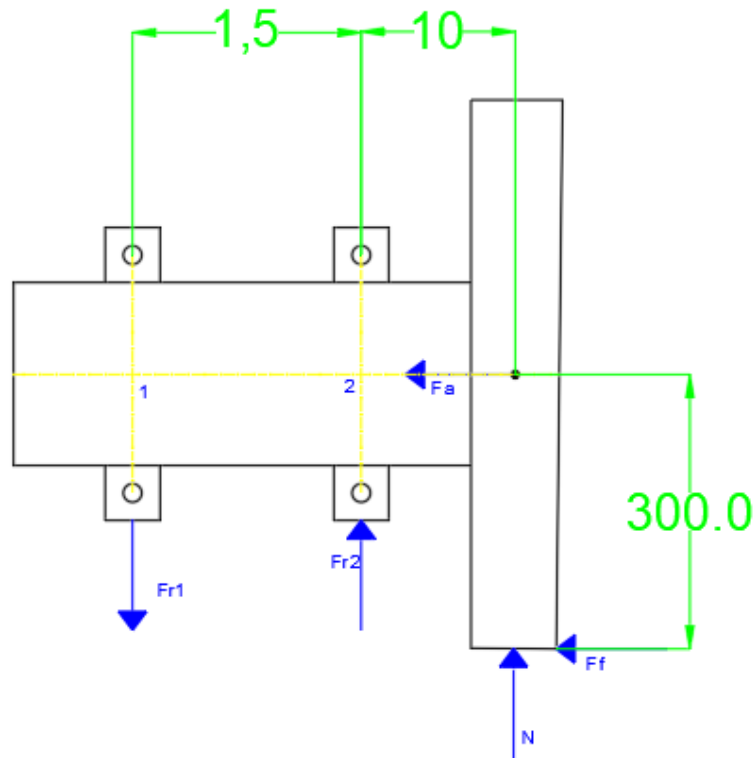


Figura 49. Diagrama del conjunt disc rodament. No s'ha respectat l'escala per tal de una millor visió del conjunt.

Per tal de determinar les forces axial i radial, s'aplica sumatori de moments en el punt 1:

$$\sum M_1 = 0 \rightarrow -F_{r2} \cdot 0,0015 + N \cdot 0,0115 - F_f \cdot 0,3 = 0 \quad (19)$$

$$F_{r2} = \frac{179 \cdot 0,0115 - 54 \cdot 0,3}{0,0015} = -9400 \text{ N} \quad (20)$$

I per determinar F_{r1} s'aplica sumatori de forces en Y:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow -F_{r1} + F_{r2} + N = 0 \quad (21)$$

$$F_{r1} = 9600 \text{ N} \quad (22)$$

I, per acabar, es realitza sumatori de forces en X:

$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_f = F_a = 54 \text{ N} \quad (23)$$

En resum, els factors F_r i F_a són:

$$F_r = 9600 \text{ N} \quad (24)$$

$$F_a = 54 \text{ N} \quad (25)$$

Aplicant les equacions descrites anteriorment s'obté el nombre de revolucions de rodament:

$$\frac{F_a}{F_r} \leq 0,25 \quad (26)$$

$$P = F_r + Y_1 \cdot F_a = 9600 + 2,52 \cdot 54 = 9736 \text{ N} \quad (27)$$

$$L = \left(\frac{45000}{9736} \right)^3 = 99 \cdot 10^6 \text{ rev.} \quad (28)$$

Un cop es sap la vida útil del rodament en nombre de voltes, per obtenir una idea de si el rodament es adequat o no, es calcula el nombre de campanyes de sega que podrà realitzar.

Per fer-ho es considera una velocitat de 10 Km/h del condicionador.

- 10 Km/h del condicionador comporta 1,5 voltes per segon del disc
- Per tant en 1 minut $1,5 \cdot 60 = 90$ voltes.
- I en una hora, $60 \cdot 90 = 5400$ voltes.
- En un dia, $5400 \cdot 24 = 129600$ voltes.
- En 30 dies realitza 3888000 voltes.

S'ha de tenir en compte que una campanya dura entre 1 i dos mesos l'any, en aquest cas es conta que una campanya, és a dir el treball d'un any, són 30 dies. D'altra banda, es considera que la màquina treballa les 24 hores els 30 dies. Si ve duran una campanya no es diferencia entre diumenges i laborables, en cap cas la màquina treballarà 24h.

Per tant tenint en compte les assumpcions descrites, aproximadament la vida útil dels rodaments serà:

$$\frac{99 \cdot 10^6}{3,88 \cdot 10^6} = 26 \text{ campanyes} \quad (29)$$

El resultat obtingut indica que la vida útil del rodament serà pràcticament infinita, ja que no es contempla l'ús de la màquina durant tant de temps.

També es realitza el càlcul del rodament a carga estàtica. Es calcula el factor d'esforços estàtics amb el que aquest treballarà.

$$f_s = \frac{C_0}{P_0} \quad (30)$$

El fabricant dona C_0 sent 13,4KN i el coeficient Y_0 , 1,52.

Com en el cas anterior, es calcula P_0 :

$$P_0 = F_r + Y_0 \cdot F_a = 9600 + 1,52 \cdot 54 = 9700N \quad (31)$$

Per tant, f_s serà:

$$f_s = \frac{13400}{9700} = 1,38 \quad (32)$$

Es pot concloure que el factor d'esforços estàtics del rodament es considera adequat per a un ús a exigències normals. Un rodament es considera adequat per a exigències normals quan el seu factor de seguretat estàtic està comprès entre 1 i 1,5.

2.6. Càlcul del dimensionat dels pistons que sustenten les rodes

Per tal de poder dimensionar cada un dels dos pistons que s'encarreguen del control d'altura de les rodes de la segadora, es consideren les premisses següents:

1. S'utilitza dos pistons (un per roda) de simple efecte sense recuperació interna.
2. El pes de la segadora sencera és d'aproximadament 1000 Kg.
3. El recorregut del pistó és de 20 cm.
4. El coeficient de seguretat utilitzat en el càlcul de la força real és de 1,5 S'ha seleccionat aquest coeficient per tal de tenir en compte les cargues dinàmiques que es puguin produir en el seu ús normal.
5. La pressió del cilindre al costat de la tija és l'atmosfèrica, més la pressió produïda pel pes de la màquina, per la secció amb contacte amb l'oli.

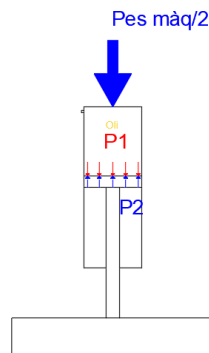


Figura 50. Representació de l'actuació de les pressions sobre l'oli en el pistó.

6. Es considera una pressió hidràulica del tractor de 100 bar (Oscil·la entre 80 i 130 bar).

Per tal de poder obtenir el dimensionat del cilindre es planteja un programa iteratiu on es compara la força necessària per a poder aixecar la segadora, amb la força teòrica que produeixen diversos cilindres comercials.

ϕ_1	ϕ_2	CARACTERÍSTICAS DE LOS CILINDROS			
Diámetro del pistón en mm	Diámetros de los vástagos en mm		Sección total en cm ²	Secciones anulares en cm ²	
25	12	—	4,90	3,77	—
32	18	—	8,04	5,50	—
40	22	—	12,56	8,76	—
50	22	28	19,63	15,83	13,48
63	36	40	31,17	21,00	18,60
70	40	50	38,48	25,92	18,85
80	45	56	50,26	34,36	25,63
100	56	70	78,53	53,90	40,05
115	70	80	103,86	65,38	53,60
125	70	90	122,71	84,23	59,10
140	80	100	153,38	103,6	75,39
160	90	110	201,06	137,45	106,03
180	110	125	254,47	159,43	131,75
200	110	140	314,16	219,13	160,23
220	140	160	380,13	226,19	179,07
250	140	160	490,87	336,93	289,81

Figura 51: Taula extreta dels apunts de Mecatrònica dos on es mostra un seguit de dimensionats comercials de pistons.

La força real necessària per poder aixecar la segadora es calcula de la següent manera: (Cal recordar que a l'utilitzar dos pistons el pes de la segadora que afecta a cada pistó es redueix a la meitat, per tant es contempla una massa de 500 Kg per cada pistó)

$$F_{Real} = \frac{m \cdot g}{1000 \cdot C_s} = \frac{500 \cdot 9,81}{1000 \cdot 0,67} = 7,32 \text{ KN} (33)$$

Utilitzant les combinacions de diàmetres que mostra la figura 51 i sabent la força real que és necessària per aixecar la segadora es pot començar el procés iteratiu.

Per tant es plantegen les equacions següents per tal de poder realitzar el càlcul.

En primer lloc, és necessari calcular les seccions del pistó, la cambra on s'allotja l'oli (A_1) i la secció de la tija (A_2):

$$A_1 = \frac{\theta_1^2 \cdot \pi}{4} \quad (34)$$

$$A_2 = \frac{\theta_2^2 \cdot \pi}{4} \quad (35)$$

La pressió de descàrrega del pistó (P_2) és calcula:

$$P_2 = \frac{m \cdot 9,81}{2 \cdot A_1 \cdot 1000} \cdot 100 \quad (36)$$

La força teòrica de cada pistó:

$$F_t = \frac{(P_1 \cdot A_1 - P_2 \cdot A_1)}{100} \quad (37)$$

Per últim, s'utilitza un error, com més proper sigui el nombre EE a 0 més s'ajusta la força teòrica a la força real, s'ha de mirar també que el nombre EE sigui positiu, ja que això assegura que el valor teòric sigui superior al real.

$$EE = F_R - F_t \quad (38)$$

Un cop definides les operacions és munta el sistema iteratiu amb el programa de càlcul Excel:

D1 (Cm)	D2 (Cm)	A1 (Cm2)	A2 (Cm2)	P2 (Bar)	Ft (KN)	EE			
2,5	1,2	4,90625	1,1304	99,8726115	0,00625	-7,31375	Fr	6,54 KN	
3,2	1,8	8,0384	2,5434	60,9574045	3,1384	-4,1816	Cs	0,5	
4	2,2	12,56	3,7994	39,0127389	7,66	0,34	P1	100 bar	
5	2,2	19,625	3,7994	24,9681529	14,725	7,405			
6,3	3,6	31,15665	10,1736	15,7269796	26,25665	18,93665			
7	4	38,465	12,56	12,7388535	33,565	26,245			
8	4,5	50,24	15,89625	9,75318471	45,34	38,02			
10	5,6	78,5	24,6176	6,24203822	73,6	66,28			
11,5	7	103,81625	38,465	4,71987767	98,91625	91,59625			
12,5	7	122,65625	38,465	3,99490446	117,75625	110,43625			
14	8	153,86	50,24	3,18471338	148,96	141,64			
16	9	200,96	63,585	2,43829618	196,06	188,74			
18	11	254,34	94,985	1,92655501	249,44	242,12			
20	11	314	94,985	1,56050955	309,1	301,78			
22	14	379,94	153,86	1,28967732	375,04	367,72			
25	14	490,625	153,86	0,99872611	485,725	478,405			

Figura 52. Taula d'iteracions per tal de trobar el diàmetres correctes del dimensionat del pistó.

Com es veu en la figura 52 l'error més petit diu que el pistó que serà capaç de complir amb els requisits anteriorment definits presenta les següents característiques:

$$\theta_1 = 4 \text{ cm} \quad (39)$$

$$\theta_2 = 2,2 \text{ cm} \quad (40)$$

$$S = 20 \text{ cm} \quad (41)$$

Un cop el pistó està completament definit (diàmetres i carrera) és necessari comprovar el vinclament d'aquest.

Per començar, és necessari calcular el moment d'inèrcia de la tija:

$$I = \frac{\pi \cdot \theta_2^4}{64} = \frac{\pi \cdot 22^4}{64} = 11500 \text{ mm}^4 \quad (42)$$

Seguidament es busca la longitud de vinclament, per trobar aquest valor és necessari definir una constant de vinclament K, aquesta es defineix en funció del tipus de fricció i fixacions que té el pistó. Per major seguretat i sabent que tot i que el muntatge del pistó requereix un coeficient inferior es decideix agafar el valor més restrictiu, ja que en l'operació normal del pistó pot ser, que en moments puntuals, el pistó estigui sotmès a càrregues superiors a les descrites en els càlculs anteriors per això, es considera K=4. D'altra banda, la carrera del pistó S és de 200 mm. El valor C és igual a la carrera del pistó.

$$L_p = C \cdot K = 200 \cdot 4 = 800 \text{ mm} \quad (43)$$

Per acabar, es troba la força de vinclament del pistó i un cop trobada es compara amb la força real que aquest ha de fer.

$$F_p = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_p^2} = \frac{\pi \cdot 210000 \cdot 11500}{800^2} = 37242 \text{ N} \approx 37 \text{ KN} \quad (44)$$

Per tant, es pot dir que la força de vinclament és superior a la força real que ha de fer el pistó. El pistó no vinclarà.

Aquest resultat permet seleccionar un pistó amb una tija amb un diàmetre superior a la tija descrita en tota la operativa.

La elecció final del pistó, tenint en compte les restriccions de proveïdors i econòmiques descriuen un pistó amb les característiques següents:

$$\theta_1 = 4 \text{ cm} \quad (45)$$

$$\theta_2 = 3 \text{ cm} \quad (46)$$

$$S = 20 \text{ cm} \quad (47)$$

2.7. Dimensionat de l'acumulador hidràulic

Per tal de poder posar una suspensió en les rodes que eleven la màquina, es dimensiona un acumulador hidràulic.

Per dur a terme el dimensionat de l'acumulador és necessari tenir en compte les següents consideracions:

1. La massa (m) utilitzada en els càlculs és de 500 Kg, ja que la massa de la màquina (1000 Kg) es divideix entre dos a l'actuar un acumulador per cada una de les dues rodes. Es decideix instal·lar dos acumuladors, ja que no és precís tenir una sincronia elevada dels dos pistons.
2. El diàmetre interior del pistó seleccionat anteriorment és de 0,04 m. Per tant, l'àrea del pistó és de 0,00125 m².
3. La x màxima és de 0,2m que és el recorregut màxim que poden realitzar els pistons. Per això, es considera que l'elevació de la màquina oscil·larà entre 0,05 i 0,15m per això s'agafa com a valor de x en l'estudi 0,1m, això implica que el volum mínim de l'acumulador ha de ser de 0,000125 m³.
4. Es considera que el tractor treballa a una pressió mitjana de 100 bar.
5. La gamma, coeficient adiabàtic, per al nitrogen és de 1,4.

Per tal de definir les dimensions de l'acumulador hidràulic és necessari trobar factor elàstic "K" que serà el coeficient elàstic que es vol obtenir amb l'acumulador.

Per començar, es tenen en compte les següents relacions:

$$f = \frac{w_n}{2\pi} \approx 1,4 \text{ Hz} \quad (48)$$

Aquest valor de freqüència s'ha extret dels valors en els que oscil·len els vehicles que es solen moure entre 1,3 i 1,5 Hz.

També es compleix la següent relació pel cas del moviment harmònic simple:

$$w_n = \sqrt{\frac{K}{m}} \quad (49)$$

Per tant, ajuntant aquestes dues expressions es calcula aquesta K teòrica.

$$K = m(f2\pi)^2 = 500 \cdot (1,4 \cdot 2 \cdot \pi)^2 = 38896 \text{ N/m} \quad (50)$$

Un cop se sap la K teòrica, que serveix per saber a quin valor de K real s'ha d'aproximar el sistema dimensionat per tal d'obtenir una suspensió òptima, comença el procediment per tal de saber les dimensions de volum i pressió de treball que ha de tenir l'acumulador.

En primer lloc, es desenvolupa l'expressió següent:

$$F = P \cdot A \quad (51)$$

Sabent que en aquest sistema, quan estar en equilibri, la pressió de l'oli és igual a la pressió a la qual es troba el nitrogen. Per tant, es considera el nitrogen un gas ideal i amb un comportament, dins l'acumulador adiabàtic. Per tot això, es considera que es compleix l'expressió següent:

$$PV_i^\gamma = K_1 \quad (52)$$

Sabent que aquesta expressió es compleix sempre, la força es pot analitzar de la següent manera:

$$F = \frac{K_1}{(V_i - A_{Pistó} \cdot x)^\gamma} \cdot A_{Pistó} \quad (53)$$

Si s'analitza la derivada de la força en funció del recorregut del pistó:

$$\frac{dF}{dx} = K = \frac{K_1 \cdot A_{Pistó}^2 \cdot \gamma \cdot (V_i - A_{Pistó} \cdot x)^{\gamma-1}}{[(V_i - A_{Pistó} \cdot x)^\gamma]^2} \quad (54)$$

Utilitzant aquesta expressió de la derivada de la força i completant-la amb el volum inicial i la pressió màxima (Figura 53) proposades pel fabricant s'obté una taula de constants elàstiques:

Model	Size liters (cu in)	MOP ¹ bar (PSI)	A	B	C	D	E	F	Weight kg. (lb.)
			mm (in.)					Port (thread)	
AD007A25T9A1	0.075 (5)	250 (3600)	111 (4.37)	20 (0.79)	64 (2.52)	30 (1.18)	32 (1.26)	SAE #6 (9/16 - 18)	0.65 (1.4)
AD016A25T9A1	0.16 (10)	250 (3600)	120 (4.72)	20 (0.79)	75 (2.95)	32 (1.26)	32 (1.26)	SAE #6 (9/16 - 18)	1.0 (2.2)
AD032A16T9A1	0.35 (20)	160 (2300)	136 (5.35)	22 (0.87)	92 (3.62)	63 (2.48)	41 (1.61)	SAE #8 (3/4 - 16)	1.3 (2.9)
AD050A16T9A1	0.50 (30)	160 (2300)	149 (5.87)	22 (0.87)	103 (4.06)	70 (2.76)	41 (1.61)	SAE #8 (3/4 - 16)	1.5 (3.3)
AD075A18T9A1	0.75 (45)	180 (2600)	166 (6.54)	22 (0.87)	121 (4.76)	78 (3.07)	41 (1.61)	SAE #8 (3/4 - 16)	2.6 (5.7)
AD075A25T1A1	0.75 (45)	250 (3600)	173 (6.81)	22 (0.87)	127 (5.00)	81 (3.19)	41 (1.61)	SAE #8 (3/4 - 16)	3.2 (7.1)
AD100A20T9A1	1.00 (60)	200 (2900)	180 (7.09)	22 (0.87)	136 (5.35)	63 (2.48)	41 (1.61)	SAE #8 (3/4 - 16)	3.5 (7.7)
AD140A25T9A1	1.40 (85)	250 (3600)	198 (7.80)	22 (0.87)	155 (6.10)	72 (2.83)	41 (1.61)	SAE #8 (3/4 - 16)	6.0 (13)
AD200A25T9A1	2.00 (120)	250 (3600)	251 (9.88)	22 (0.87)	155 (6.10)	72 (2.83)	41 (1.61)	SAE #8 (3/4 - 16)	7.5 (17)
AD280A25T9A1	2.80 (170)	250 (3600)	268 (10.6)	22 (0.87)	174 (6.85)	87 (3.43)	41 (1.61)	SAE #8 (3/4 - 16)	10 (22)

¹Maximum Operating Pressure.

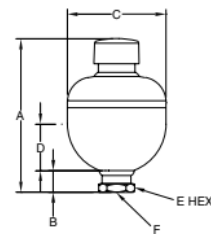


Figura 53. Taula de característiques dels diferents acumuladors hidràulics proposats pel fabricant "Parker".

Per tal de poder seleccionar el volum de l'acumulador, entre els disponibles en el catàleg, es calcula la K real de cada acumulador que ofereix amb la pressió de treball del tractor, 100 Bar. Com s'ha esmentat en la enumeració inicial la x de treball que es considera és de 0,1m.

Vi (m3)	Pmax (pa)	K1	K
0,000075	10000000	16,791356	-
0,00016	10000000	48,5029301	5247503,43
0,00035	10000000	145,109305	180470,109
0,0005	10000000	239,088125	87263,178
0,00075	10000000	421,779792	45177,4578
0,001	10000000	630,957344	30138,9928
0,0014	10000000	1010,5999	19557,0285
0,002	10000000	1665,10641	12769,8855
0,0028	10000000	2666,98912	8717,50526

Figura 54. Taula extreta d'una fulla Excel. Es mostra el càlcul de la K amb els diferents volums dels acumuladors a pressió de treball del tractor.

En la figura 54 es mostra, amb groc, el volum seleccionat per a l'acumulador hidràulic. Es veu també que hi ha un acumulador que no té capacitat suficient, per poder emmagatzemar tot l'oli que ve del pistó en cas de recorregut màxim.

Un cop seleccionat el volum de l'acumulador és necessari determinar la pressió de treball. Per fer-ho es repeteix el càlcul de la K fixant el volum a 0,00075 m³ i calculant K mitjançant un recorregut de pressions que contempla des de la pressió d'equilibri, 100 bar, fins a la pressió màxima, que en aquest cas és de 250 bar. (Figura 55). L'objectiu d'aquest càlcul, és saber a quina pressió de treball la K de l'acumulador és més proper a la K teòrica.

Vi (m3)	P (pa)	K1	K (N/m)
0,00075	10000000	421,779792	45177,4578
0,00075	11000000	463,957772	49695,2036
0,00075	12000000	506,135751	54212,9493
0,00075	13000000	548,31373	58730,6951
0,00075	14000000	590,491709	63248,4409
0,00075	15000000	632,669689	67766,1867
0,00075	16000000	674,847668	72283,9325
0,00075	17000000	717,025647	76801,6782
0,00075	18000000	759,203626	81319,424

Figura 55. Taula extreta d'una fulla Excel. Es mostra el càlcul del factor K amb el volum seleccionat fixat i diferents pressions.

Com es veu en la figura 55 la K més propera a la K teòrica és a 100 bar però, Per tant l'acumulador hidràulic seleccionat i la seva pressió de treball són:

$$V = 0,75 \text{ L} \quad (55)$$

$$P = 100 \text{ Bar} \quad (56)$$

Per acabar, es busca saber el comportament de la K en l'acumulador. Al no tenir la K fixada com en una molla convencional, es busca la corba que presenta entre els valors de x mínim (0,05 m) i màxim (0,15 m).

Vi (m3)	P (pa)	K1	x (m)	K (N/m)
0,00075	10000000	421,779792	0,05	35940,1052
0,00075	10000000	421,779792	0,06	37558,2005
0,00075	10000000	421,779792	0,07	39281,4682
0,00075	10000000	421,779792	0,08	41118,9271
0,00075	10000000	421,779792	0,09	43080,5636
0,00075	10000000	421,779792	0,1	45177,4578
0,00075	10000000	421,779792	0,11	47421,928
0,00075	10000000	421,779792	0,12	49827,6987
0,00075	10000000	421,779792	0,13	52410,0942
0,00075	10000000	421,779792	0,14	55186,2651
0,00075	10000000	421,779792	0,15	58175,452

Figura 56. Taula extreta d'una fulla Excel. Es mostra el càlcul del factor K amb les diferents x que es poden donar en el recorregut de suspensió.

Per poder visualitzar millor el comportament de la K en els diferents recorreguts es treu el gràfic de la taula anterior (Figura 57):

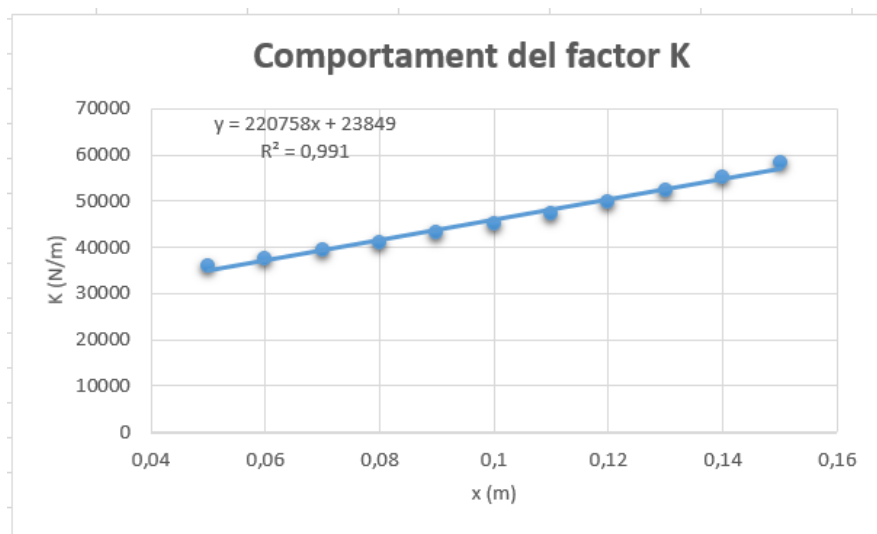


Figura 57. Gràfic extret d'una fulla Excel. Mostra el comportament del factor K de l'acumulador hidràulic.

2.8. Diagrames d'esforços i càlcul de la tensió de Vonn Misses de la barra que suporta el plat posterior

És necessari decidir quines són les parts més crítiques del condicionador i el sistema de rodes lliures. L'anàlisi d'aquestes parts permeten saber amb quina seguretat conta el disseny o si pel contrari és necessari replantejar-lo perquè no aguanta els esforços.

Pel que fa al condicionador es considera la barra que suporta el disc posterior com a la peça més crítica del sistema, ja que el seu gruix és de 2 mm i és la part que suporta més càrregues en el moment de treball.

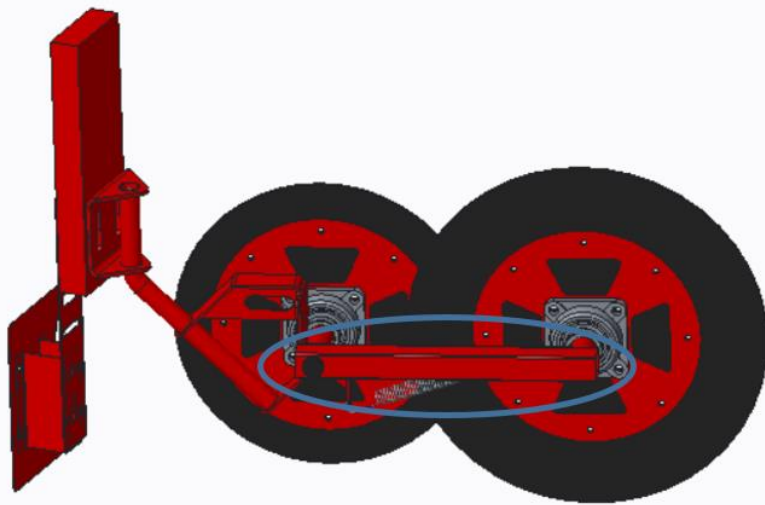


Figura 58. Dibuix extret del programa Creo del condicionador complet on marcat amb blau es veu la barra a estudiar.

Com es pot veure en el plec de condicions aquesta barra és d'acer S235Jr, ja que el seu gruix és inferior a 4 mm. I presenta les següents característiques:

$$Límit elàstic = 235 \text{ N/mm}^2 \text{ (57)}$$

$$Tensió de ruptura = 360 \text{ N/mm}^2 \text{ (58)}$$

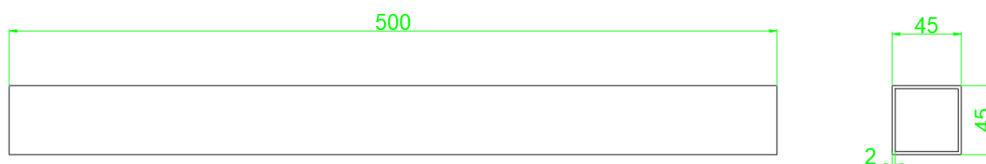


Figura 59. Esquema de la barra acotada.

Per tal d'estudiar aquesta barra es considera la següent biga isostàtica quan la màquina està treballant:

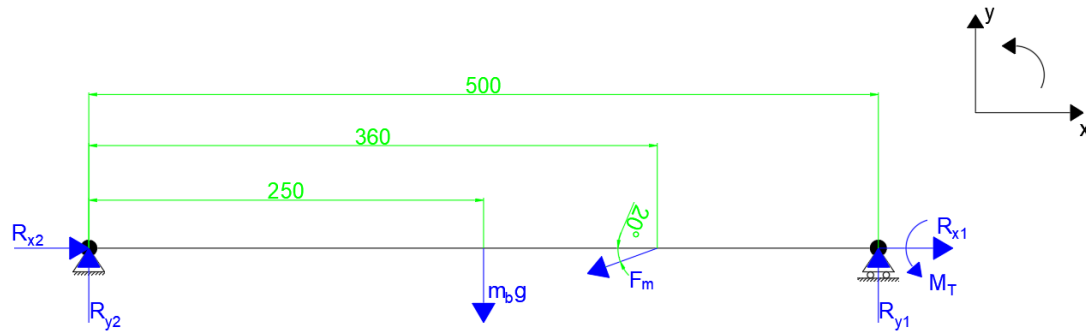


Figura 60. Diagrama de forces de la barra.

Les forces que s'han representat són les que queden indicades en l'esquema realitzat pel càlcul de la molla. D'altra banda, s'ha de tenir en compte que apareix una força en la direcció de l'eix Z a causa del lliscament del disc posterior. Aquesta força provoca un altre diagrama de moments i tallants. Aquest anàlisi és important tenir-lo en compte, ja que tot i ser una força petita, la força lliscant crea un moment flector en el pla x,z.

Per començar és realitza l'estudi de la barra en el pla x,y:

En primer lloc, es calcula el moment que apareix a causa de la força lliscant (Força produïda a causa de la distribució de velocitats que rep el disc), a partir del diagrama de forces del disc:

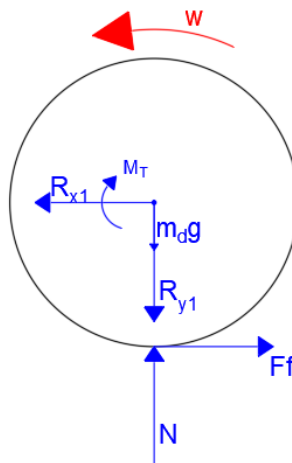


Figura 61. Diagrama del disc posterior.

De càlculs anteriors, s'extreu una força normal de 180 N i una coeficient de fricció dinàmic de 0,3 per tant es calcula la força lliscant que apareix en l'eix z.

$$F_{lliscant} = \mu_d \cdot N = 0,3 \cdot 180 = 54 \text{ N} \quad (59)$$

Un cop obtinguda la força lliscant es calcula el moment torçor:

$$M_T = F_{lliscant} \cdot r = 54 \cdot 0,3 = 16,2 \text{ Nm} \quad (60)$$

Un cop calculat el moment torçor es segueix amb el càlcul de la llei d'esforços:

En primer lloc, es calcula R_{y2} , que és la única força que no ha estat calculada en apartats anteriors. Les altres forces presenten els següents valors ja trobats anteriorment:

$$m_b = 1,5 \text{ Kg} \quad (61)$$

$$F_m = 380 \text{ N} \quad (62)$$

$$F_f = 54 \text{ N} \quad (63)$$

$$R_{y1} = 103 \text{ N} \quad (64)$$

$$R_{x1} = 54 \text{ N} \quad (65)$$

$$R_{x2} = 357 \text{ N} \quad (66)$$

I, amb aquests valors s'aplica sumatori de forces en l'eix Y:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow R_{y2} - m_b g - F_m \sin(20) + R_{y1} = 0 \quad (67)$$

$$R_{y2} = 1,5 \cdot 9,81 + 380 \cdot \sin(20) - 103 = 42 \text{ N} \quad (68)$$

Sabent aquesta reacció, es troben les lleis d'esforços:

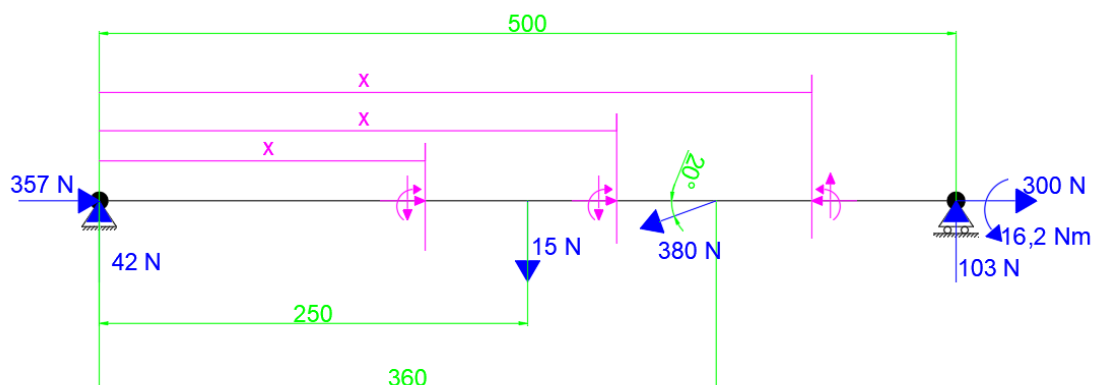


Figura 62. Diagrama de forces de la barra amb els talls i criteris de signes per tal de realitzar les lleis d'esforços.

- $0 < x < 0,25$

$$M(x) = 42x \begin{cases} M_{(0)} = 0 \\ M_{(0,25)} = 10,5 \text{ Nm} \end{cases} \quad (69)$$

$$Q(x) = -42 \text{ N} \quad (70)$$

$$N(x) = 357 \quad (71)$$

- $0,25 < x < 0,36$

$$M(x) = 42x - 15(x - 0,25) \begin{cases} M_{(0,25)} = 10,5 \text{ Nm} \\ M_{(0,36)} = 14 \text{ Nm} \end{cases} \quad (72)$$

$$Q(x) = -42 + 15 = -27 \text{ N} \quad (73)$$

$$N(x) = 357 \quad (74)$$

- $0,36 < x < 0,5$

$$M(x) = 103(0,5 - x) \begin{cases} M_{(0,36)} = 14 \text{ Nm} \\ M_{(0,5)} = 0 \end{cases} \quad (75)$$

$$Q(x) = 103 \text{ N} \quad (76)$$

$$N(x) = -300 - 54 = -54 \text{ N} \quad (77)$$

El moment torçor afecta a tota la barra, de manera constant provocant un esforç tallant.

Amb els resultats anteriors s'obtenen els següents gràfics:

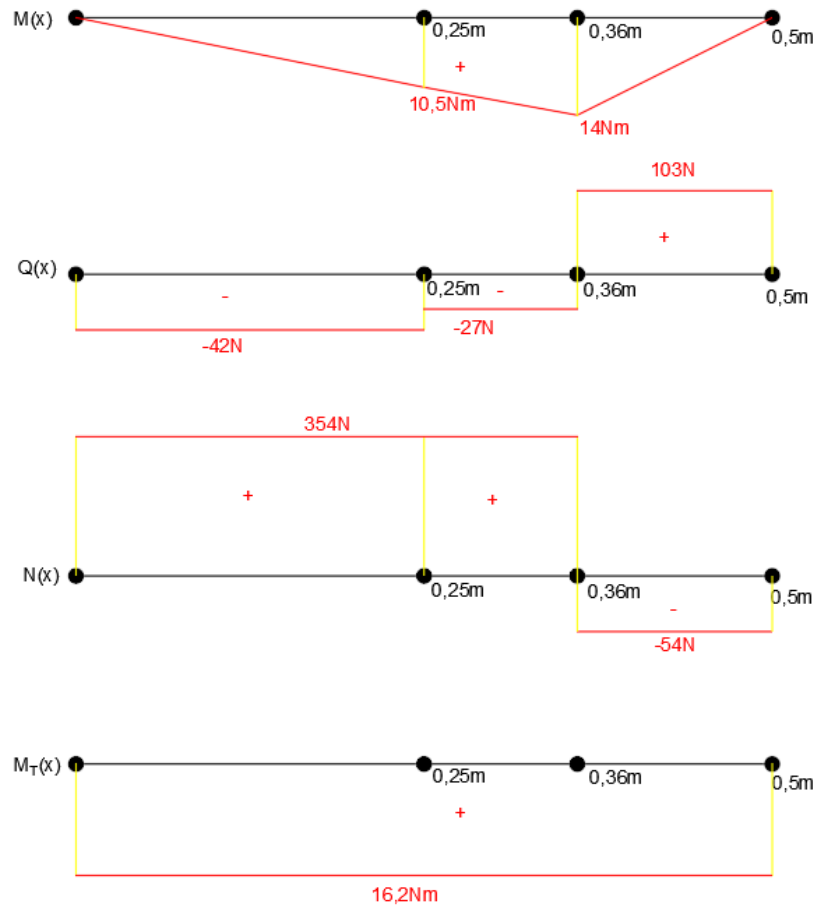


Figura 63. Gràfics de moments, tallants i axils referents a la llei d'esforços anteriors.

Un cop obtinguts els gràfics d'esforços en el pla x,y es segueix amb el càlcul de les lleis d'esforços en el pla x,z.

En aquest cas, la barra es tracta com una mènscula:

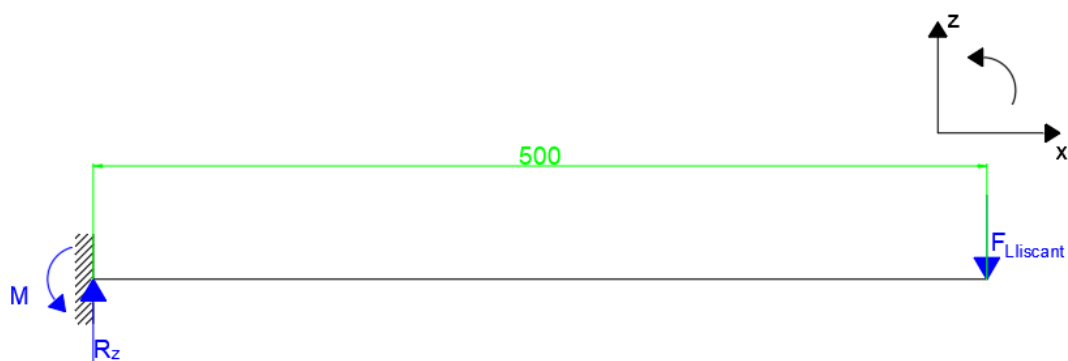


Figura 64. Diagrama de forces de la barra en el pla x,z

En primer lloc, es calcula R_z i M :

$$\sum M_0 = 0 \rightarrow M - F_{Lliscant} \cdot 0,5 = 0 \rightarrow M = 27 \text{ Nm} \quad (78)$$

$$\sum F_z = 0 \rightarrow R_z - F_{Lliscant} = 0 \rightarrow R_z = 54 \text{ N} \quad (79)$$

Un cop calculades les reaccions, es calcula les lleis d'esforços:

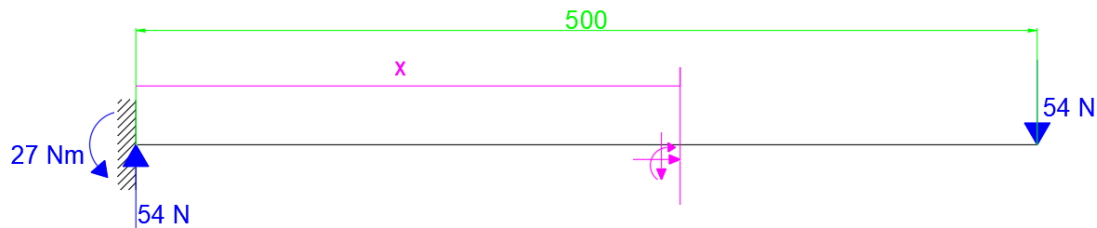


Figura 65. Diagrama de forces de la barra amb els talls i criteris de signes per tal de realitzar les lleis d'esforços.

$$0 < x < 0,5$$

$$M(x) = -27 + 54x \begin{cases} M_0 = -27 \text{ Nm} \\ M_{0,25} = -13,5 \text{ Nm} \\ M_{0,36} = -7,56 \text{ Nm} \\ M_{0,5} = 0 \end{cases} \quad (80)$$

$$Q(x) = -54 \text{ N} \quad (81)$$

I amb aquests resultats s'obtenen els següents gràfics:

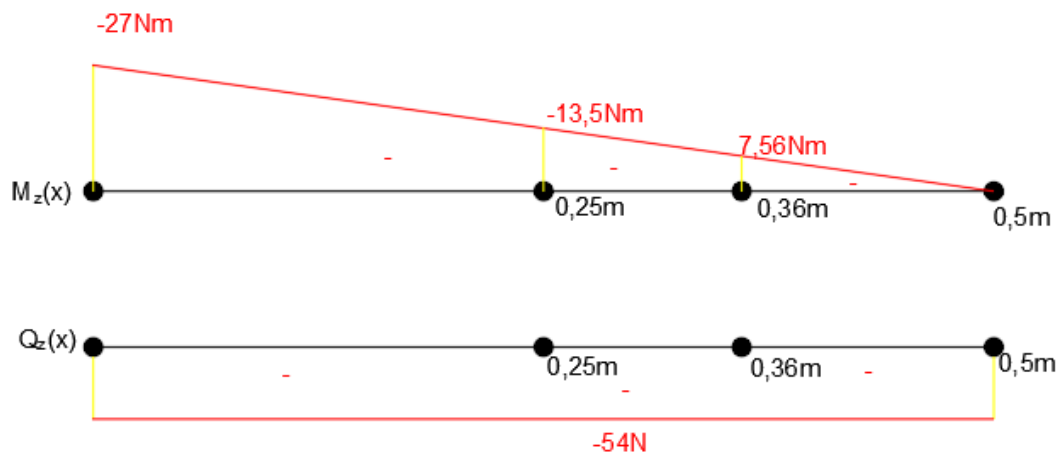


Figura 66. Gràfics de moments i tallants referents a la llei d'esforços anteriors.

Per tant amb els valors anteriors es calcula la tensió de Vonn Misses. Per fer-ho és necessari realitzar els següents càlculs previs:

$$S_{barra} = S_{ext} - S_{int} = 0,045^2 - 0,041^2 = 0,000344 \text{ m}^2 \quad (82)$$

$$I = \frac{1}{12} a_{ext}^4 - \frac{1}{12} a_{int}^4 = \left(\frac{1}{12} \cdot 0,045^4 \right) - \left(\frac{1}{12} \cdot 0,041^4 \right) = 100 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4 \quad (83)$$

$$h = \frac{0,045}{2} \quad (84)$$

Un cop obtinguts aquests valors previs es calcula la tensió de Vonn Misses als punts d'interès de la barra. Per fer-ho s'utilitzaran les següents equacions:

$$\sigma_a = \frac{F_{axil}}{S_{barra}} \quad (85)$$

$$\sigma_M = \frac{M}{I} h \quad (86)$$

$$\sigma_{VM} = \sqrt{(\sigma_a + \sigma_{M_y} + \sigma_{M_z})^2 + 3(\sigma_{M_T})^2} \quad (87)$$

Tensió en el punt 0 de la barra:

$$\sigma_a = 1,03 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \quad (88)$$

$$\sigma_{M_y} = 0 \quad (89)$$

$$\sigma_{M_z} = 6 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \quad (90)$$

$$\sigma_{M_T} = 3,65 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \quad (91)$$

$$\sigma_{VM} = 9,45 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \quad (92)$$

Tensió en el punt 0,25 m de la barra:

$$\sigma_a = 1,03 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \quad (93)$$

$$\sigma_{M_y} = 2,36 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \quad (94)$$

$$\sigma_{M_z} = 3 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \quad (95)$$

$$\sigma_{M_T} = 3,65 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \quad (96)$$

$$\sigma_{VM} = 9 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \quad (97)$$



I tensió en el punt 0,36 m de la barra:

$$\sigma_a = 1,03 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 (98)$$

$$\sigma_{M_y} = 3,15 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 (99)$$

$$\sigma_{M_z} = 1,7 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 (100)$$

$$\sigma_{MT} = 3,65 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 (101)$$

$$\sigma_{VM} = 8,63 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 (102)$$

Per tal de saber si el material aguanta els esforços exigits es compara les tensions de Vonn Misses amb la tensió admissible del material:

$$\sigma_{Adm} = \frac{\text{Límit elàstic}}{C_s} = \frac{235 \cdot 10^6}{2} = 115,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 (103)$$

En tots els casos es veu que:

$$\sigma_{Adm} \gg \sigma_{VM}$$

Com s'observa, la tensió admissible del material és molt superior a la de Vonn Misses i per tant el material aguantarà les tensions a les que es sotmetrà.

2.9. Diagrames d'esforços i tensió de Vonn Misses de les guies de les rodes lliures

L'element més crític del muntatge de les rodes lliures són les guies que suporten les càrregues tallants. Cal recordar que ja s'ha comprovat mitjançant càlculs anteriors que el pistó no sofreix vinclament i per tant aguanta l'esforç axil.

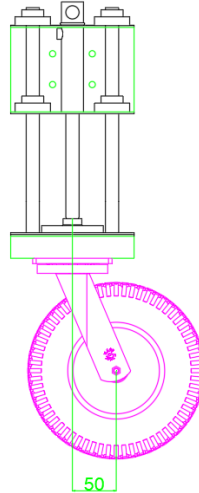


Figura 67. Esquema del sistema de roda lliure on es veuen les guies ha estudiar i el desplaçament de la roda respecte l'eix central.

Per tal de calcular si les guies aguanten en treball normal, a més de tenir en compte la força de fricció, que és la que existeix permanentment s'ha de considerar el moment que actua sobre la barra a causa que el centre de rotació de la roda, estigui desplaçat de l'eix de simetria de tot el sistema. També és necessari tenir en compte les càrregues dinàmiques que hi poden existir.

Per tal de simplificar els càlculs i afegir un coeficient de seguretat, s'analitza el sistema com si només existís una guia en comptes de dues. Aquesta assumptió genera una redundància en la segona guia i per tant un coeficient de seguretat igual a 2.

La barra a analitzar presenta les següents condicions:

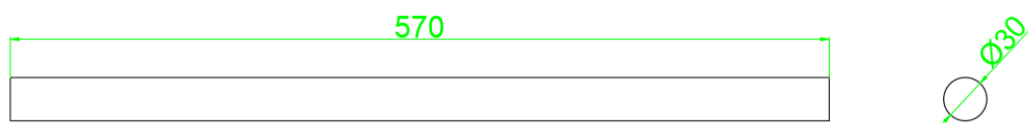


Figura 68. Esquema de la barra a analitzar.

La barra, tal i com queda reflectit al plec de condicions, és d'acer estructural S275JR i presenta les següents característiques:

$$Límit elàstic = 275 \cdot 10^6 N/m^2 \text{ (104)}$$

$$Tensió de ruptura = 410 \cdot 10^6 N/m^2 \text{ (105)}$$

El moment que afecta a la guia a causa que la roda estigui desplaçada respecte a les guies es calcula considerant una massa de 500 Kg (mitja màquina, ja que es reparteix la massa entre les dues rodes) i una desviació de 0,05 m:

$$M = N \cdot d = m \cdot g \cdot d = 500 \cdot 9,81 \cdot 0,05 = 245 Nm \text{ (106)}$$

Per tant, un cop fetes les assumpcions i consideracions detallades queda la següent barra isostàtica:

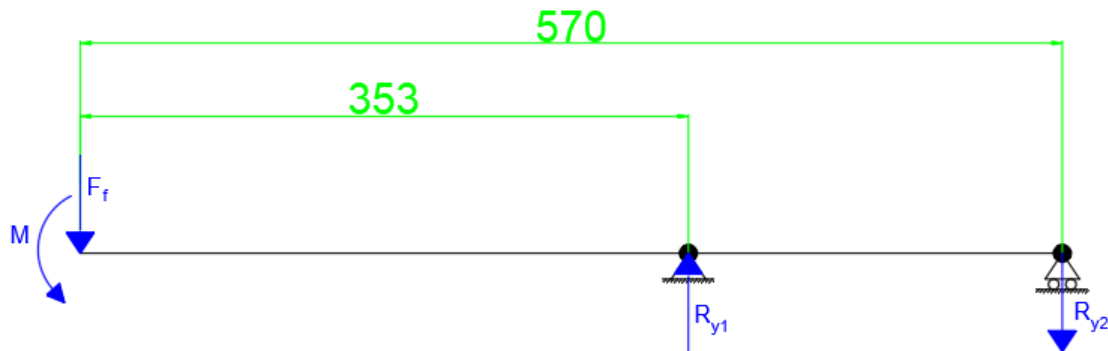


Figura 69. Diagrama de forces simplificat de la barra a analitzar.

En primer lloc, és necessari determinar la força de fricció:

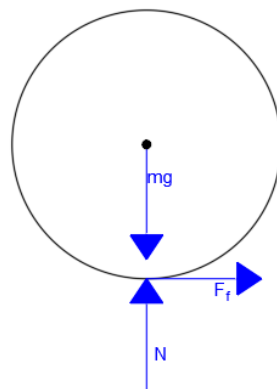


Figura 70. Diagrama de forces de la roda lliure.

Per calcular la força de fricció es considera un coeficient de fricció gran, tot i que les rodes, en principi, no han de lliscar, s'han de tenir en compte possibles càrregues dinàmiques i s'ha de contemplar l'opció que en moments puntuals la roda sí pugui lliscar:

$$\mu_c = 0,1 \quad (107)$$

s'aplica sumatori de forces en l'eix Y:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow N - mg = 0 \rightarrow N = mg \quad (108)$$

$$N = 500 \cdot 9,81 = 4905 \text{ N} \quad (109)$$

I per tant la força de fricció és:

$$F_f = \mu_c N = 0,1 \cdot 4905 = 490 \text{ N} \quad (110)$$

Un cop es saben les càrregues que actuen sobre la barra es calculen les reaccions aplicant sumatori de moments en el punt 1 (punt on queda situat R_{y1} de la figura 69):

$$\sum M_1 = 0 \rightarrow M + F_f \cdot 0,353 - R_{y2} \cdot (0,57 - 0,353) = 0 \quad (111)$$

$$R_{y2} = \frac{M + F_f \cdot 0,353}{(0,57 - 0,353)} = \frac{245 + 490 \cdot 0,353}{(0,57 - 0,353)} = 1926 \text{ N} \quad (112)$$

I sumatori en l'eix Y:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow -F_f + R_{y1} - R_{y2} = 0 \quad (113)$$

$$R_{y1} = F_f + R_{y2} = 490 + 1926 = 2416 \text{ N} \quad (114)$$

Sabent les reaccions es troben les lleis d'esforços:

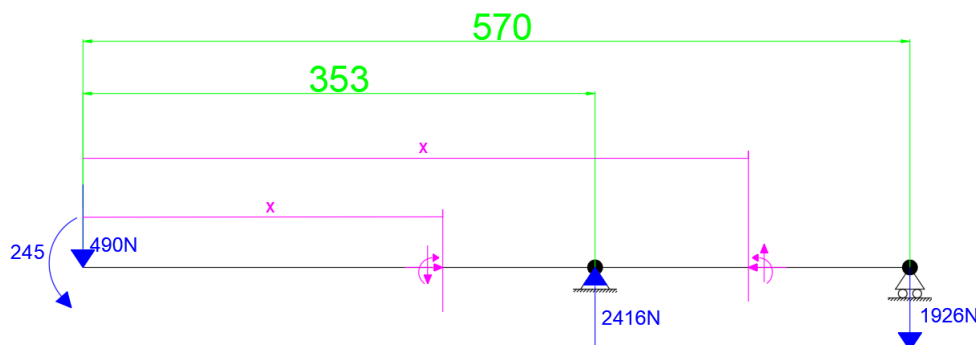


Figura 71. Diagrama per a la realització de les lleis d'esforços amb els criteris de signes.

- $0 < x < 0,353$

$$M(x) = -490x - 245 \begin{cases} M_{(0)} = -245 \text{ Nm} \\ M_{(0,353)} = -418 \text{ Nm} \end{cases} \quad (115)$$

$$Q(x) = 490 \text{ N} \quad (116)$$

- $0,353 < x < 0,57$

$$M(x) = -1926 \cdot (0,57 - x) \begin{cases} M_{(0,353)} = -418 \text{ Nm} \\ M_{(0,57)} = 0 \end{cases} \quad (117)$$

$$Q(x) = -1926 \text{ N} \quad (118)$$

Amb els resultats obtinguts es dibuixen els gràfics següents:

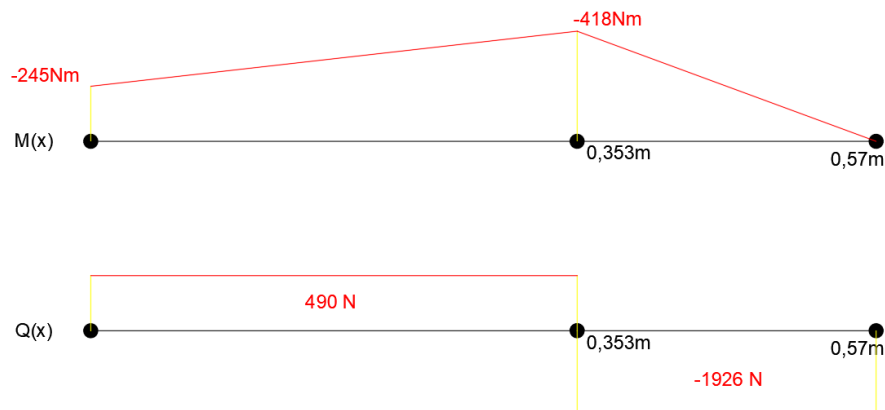


Figura 72. Gràfics de les lleis d'esforços de la barra.

Amb aquests gràfics es veu quin és el punt més crític:

$$M_{(0,353)} = -418 \text{ Nm} \quad (119)$$

$$Q_{(0,353)} = -1926 \text{ N} \quad (120)$$

I sabent el punt més crític es pot calcular la tensió de Vonn Misses. Per començar, es calcula la tensió produïda pel moment:

$$\sigma_M = \frac{M(x)}{I} h \quad (121)$$

Es calcula el moment d'inèrcia:

$$h = r = \frac{0,03}{2} = 0,015 \text{ m} \quad (122)$$

$$I = \frac{1}{4}\pi r^4 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,015^4 = 39,76 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4 \quad (123)$$

Per tant, tornant a la fórmula anterior:

$$\sigma_M = \frac{M(x)}{I} h = \frac{418}{39,76 \cdot 10^{-9}} \cdot 0,015 = 158 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \quad (124)$$

Amb aquestes dades es calcula la tensió de Vonn Misses:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_M^2} = \sqrt{(158 \cdot 10^6)^2} = 158 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \quad (125)$$

I es compara aquesta tensió amb la tensió admissible:

$$\sigma_{Adm} = \text{Límit elàstic} = 275 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \quad (126)$$

$$\sigma_{Adm} > \sigma_{VM}$$

Per acabar, es pot assegurar que les guies aguantaran les càrregues imposades.

2.10. Càlcul de la tensió de Vonn Misses del boló que uneix el plat davanter amb el posterior.

Un altre punt que pot ser crític, és el boló que sustenta el conjunt del plat posterior, aquest boló no està duplicat i té unes condicions més desfavorables que els cargols d'ancoratge.

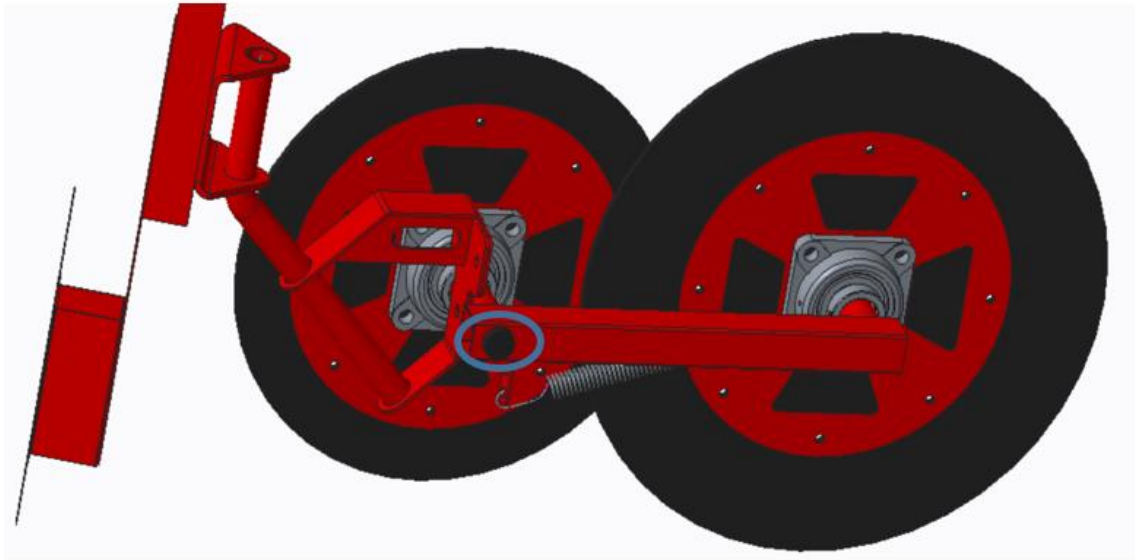


Figura 73. Imatge extreta del Creo, on queda marcat el boló a estudiar.

Les característiques del boló són les següents:

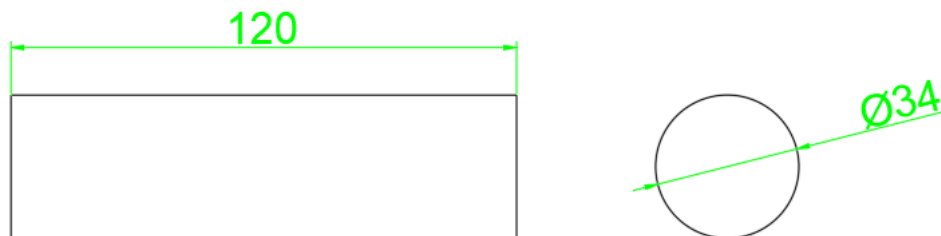


Figura 74. Vista en alçat i perfil del boló a estudiar.

Per tal de simplificar el càlcul no es tenen en compte els dos forats passants que hi ha en el boló.

El material del boló, acer estructural S275Jr, presenta les següents característiques:

$$Límit elàstic = 275 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 (127)$$

$$Tensió de ruptura = 410 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 (128)$$

Per començar es realitza el diagrama d'esforços del boló:

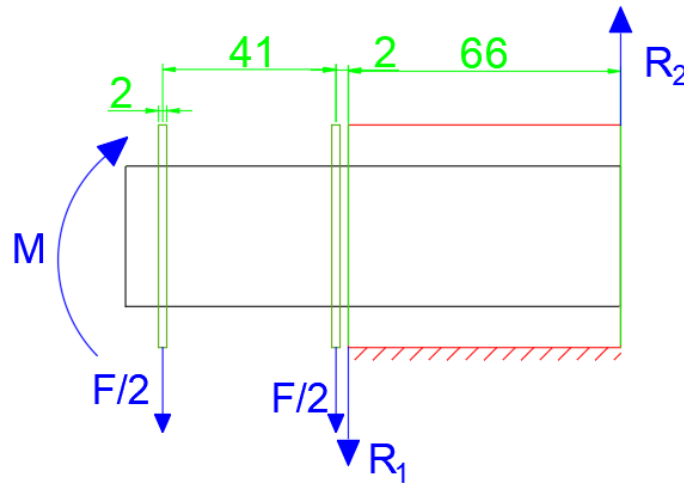


Figura 75. Diagrama de forces del boló i les orelles

La força F que fa la barra sobre el boló és la corresponent a la reacció de la barra en aquest punt calculada en apartats anterior:

$$F = 42 \text{ N} \quad (129)$$

Les forces R_1 i R_2 es calculen de la manera següent:

$$\sum M_1 = 0 \rightarrow 21 \cdot 0,043 + 21 \cdot 0,002 - 16,2 + R_2 \cdot 0,066 = 0 \quad (130)$$

$$R_2 = 231 \text{ N} \quad (131)$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow 42 - R_1 + 273 = 0 \quad (132)$$

$$R_1 = 273 \text{ N} \quad (133)$$

Com s'observa en els resultats obtinguts la força més desfavorable és R_1 , amb aquesta força es procedeix al càlcul de Von Misses:

En primer lloc, és necessari calcular la secció tallant:

$$S = \frac{\pi \phi^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,034^2}{4} = 0,0009 \text{ m}^2 \quad (134)$$

I es calcula l'esforç tallant:

$$Z_{max} = \frac{4F}{3S} = \frac{4}{3} \cdot \frac{273}{0,0009} = 40,4 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 \quad (135)$$

I, també es calcula l'esforç normal, en aquest cas és calcula només l'esforç normal:

$$\sigma_n = \frac{F_n}{\phi e} = \frac{273}{0,034 \cdot 0,002} = 4 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 (136)$$

Per acabar es calcula la tensió de Von Misses:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_n^2 + 3Z^2} = \sqrt{(4 \cdot 10^6)^2 + 3 \cdot (40,4 \cdot 10^4)^2} = 4,1 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 (137)$$

La tenso admissible, aplicant un coeficient de seguretat de do és:

$$\sigma_{Adm} = \frac{\text{Límit elàstic}}{C_s} = \frac{275 \cdot 10^6}{2} = 137,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 (138)$$

Per això és pot concloure que:

$$\sigma_{adm} \gg \sigma_{VM}$$

3. Plec de condicions tècniques

Aquest projecte inclou la millora tècnica d'una segadora per a la presega de llavor farratgera. Aquesta millora es basa en dos parts clarament diferenciades: La millora d'un condicionador capaç de afilar la planta segada de manera que el tractor no trepitgi les espigues segades i d'altra banda, la elevació de la màquina, recolzada al terra, mitjançant unes rodes. Per tal de dur a terme aquestes millores, el projecte inclou un estudi de mercat i especificacions de quin sistema de sega és més favorable per dur-les a terme.

3.1. Millora del condicionador

La millora del condicionador inclou l'estudi, el disseny i els càlculs del condicionador resultant d'aquesta millora, també inclou els plànols necessaris per dur-la a terme i un pressupost desglossat. No inclou el sistema de muntatge i adaptació a la màquina, ja que cada màquina pot presentar diferents oportunitats d'instal·lació.

D'altra banda, es marquen les unions soldades però, el seu càlcul i realització queda a compte d'una empresa externa.

Les peces del condicionador es duran a realitzar a una empresa externa competent i la seva realització queda al seu compte, ja sigui de làser, plegat de xapa o mecanitzats així com assegurar la qualitat requerida dels materials.

El projecte si que inclou els plànols de muntatge.

3.2. Disseny d'un sistema d'elevació de la màquina recolzat al terra

El projecte inclou l'estudi, el disseny i els càlculs d'un sistema d'elevació de la màquina per rodes lliures. També inclou els plànols necessaris de elaboració i muntatge, i un pressupost desglossat. Deixa obert el sistema de muntatge i adaptació a la màquina, ja que cada màquina pot presentar característiques diferents.

Com en el cas del condicionador, es marquen les unions soldades però, el seu càlcul i realització resta a compte d'una empresa externa.

La realització de les peces per làser, plegat de xapa i mecanitzats queden a compte d'una empresa externa que assegurarà la qualitat dels materials que resten requerits en el projecte.

El projecte si que inclou els plànols de muntatge.

3.3. Especificacions dels materials

En aquest apartat queden desglossats els principals materials que componen el projecte.

Les proves o assajos per garantir la qualitat especificada dels materials resten a càrrec de les empreses encarregades de subministrar-los.

- Xapes, tubs i perfils amb un gruix inferior a 4 mm, Acer estructural S235JR

Taula 12. Propietats mecàniques de l'acer estructural S235JR en gruixos inferiors a 4mm.	
Límit elàstic mínim	235 MPa
Resistència a la tracció	360-510 MPa
Allargament mínim	26%
Resiliència	27 J

Taula 13. Composició química de l'acer estructural S235JR en gruixos inferiors a 4mm. Segons la norma EN 10025-2:2004. Valors màxims en tant per cent.	
C	0,17%
Mn	1,40%
P	0,04%
S	0,04%
N	0,012%
Cu	0,55%
CEV	0,35%

- Xapes, tubs i perfils amb un gruix superior a 4mm, Acer estructural S275JR

Taula 14. Propietats mecàniques de l'acer estructural S275JR en gruixos superiors a 4mm.	
Límit elàstic mínim	275 MPa
Resistència a la tracció	410-560 MPa
Allargament mínim	23%
Resiliència	27 J

Taula 15. Composició química de l'acer estructural S275JR en gruixos superiors a 4mm. Segons la norma EN 10025-2:2004. Valors màxims en tant per cent.	
C	0,21%
Mn	1,50%
P	0,04%
S	0,04%
N	0,012%
Cu	0,55%
CEV	0,40%

- Cautxú SBR

Taula 16. Taula de propietats i característiques del cautxú SBR. Cautxú de qualitat comercial, per a usos generals, que no necessitin especial resistència a la calor o a l'envelliment.	
Composició	Estireno Butadieno
Color	Negre
Densitat	1,6+-0,05 g/cm³
Límit de ruptura	3 MPa
Allargament a la ruptura	>=250%
Resistència a l'esquinçament	12 N/mm
Temperatura mínima de servei	-25°C
Temperatura màxima de servei	70°C
Envelliment per aire calent	72h x 70°C

- Cargols hexagonals DIN 935 de qualitat 8.8

Taula 17. Taula de propietats mecàniques dels cargols emprats en el projecte.	
Límit de ruptura	800 N/mm²
Límit elàstic	640 N/mm²
Assaig Duresa Vickers $F_{\geq 98}$	250-380 HV
Assaig Duresa Brinell	238-361 HB
Allargament en ruptura	12-30%

Taula 18. Taula de característiques químiques dels cargols emprats en el projecte.	
C	0,15-0,40%
P	0,035%
S	0,035%
Temperatura de revingut	425°C

- Femelles autoblocants DIN 985 de qualitat 8.8

Taula 19. Taula de propietats mecàniques de les femelles emprades en el projecte.	
Límit de ruptura	800 N/mm²
Límit elàstic	640 N/mm²
Assaig a Duresa Vickers	302 HV
Assaig a Duresa Brinell	290 HB
Assaig a Duresa Rockwell	30 HRC

Taula 20. Taula de característiques químiques de les femelles emprades en el projecte.	
C	0,58%
Mn	0,3%
S	0,15%
P	0,06%

- Rodaments “FAG de dos hileras de bolas”.

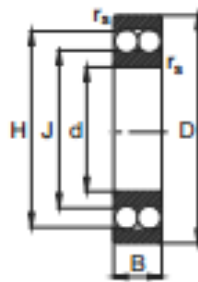


Figura 76. Esquema del rodament de dos files de boles.

Taula 21. Taula de característiques dels rodaments.

d	40 mm
D	90 mm
B	33 mm
r _a	1,5 mm
H	75,3 mm
J	57,8 mm
Peso	1,7 Kg
C. Dinàmica	45 KN
e	0,25
Y → F _a /F _r ≤ e	2,52
Y → F _a /F _r > e	3,9
C. Estàtica	13,4 KN
Y ₀	1,52
Velocitat límit	8500 RPM

Les fórmules donades pel fabricant per tal de calcular la carga dinàmica “P” del rodament són:

$$P = F_r + Y \cdot F_a \text{ Si } \frac{F_a}{F_r} \leq e \quad (139)$$

$$P = 0,65 \cdot F_r + Y \cdot F_a \text{ Si } \frac{F_a}{F_r} > e \quad (140)$$

I per calcular la càrrega estàtica “P₀”:

$$P_0 = F_r + Y_0 \cdot F_a \quad (141)$$

- “Rodamiento de casquillo Iglidur Q290”

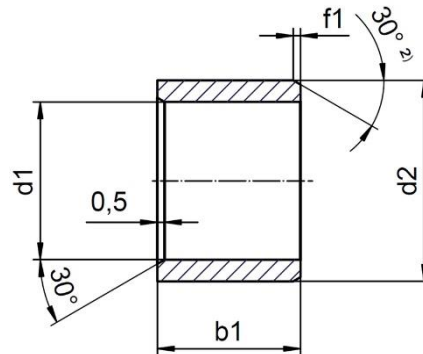


Figura 77. Esquema del coixinet de fricció.

Taula 22. Taula de característiques dels coixinets de fricció.	
d1	30 mm
d2	34 mm
b1	40 mm
Longitud del bisellat	0,8 mm
Tolerància d1	+0,04+0,124 mm, E10
Coefficient de lliscament amb l'acer	0,14 – 0,26
Mòdul d'elasticitat	3,074 MPa
Resistència a la flexió a 20°	97 MPa
Pressió superficial màxima recomanada	55 MPa

- Acumulador hidràulic:

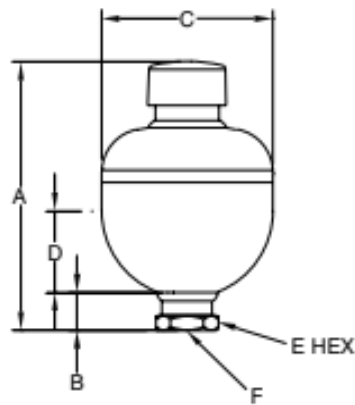


Figura 78. Esquema de l'acumulador hidràulic.

Taula 23. Taula de característiques de l'acumulador hidràulic.	
Volum	0,75 L
Pressió màxima	180 Bar
A	166 mm
B	22 mm
C	103 mm
D	70 mm
E	41 mm
F	SAE #8
massa	3.2 Kg

- Cilindre hidràulic 30-40/50-200:

Taula 24. Taula de característiques del cilindre hidràulic	
Diàmetre vàstag	30 mm
Diàmetre interior cilindre	40 mm
Diàmetre exterior cilindre	50 mm
Carrera	200 mm
Pressió màxima	180 Bar
Velocitat a pressió màxima	0,5 m/s
Temperatura de treball	-25° / 80°
Fluid	Oli mineral
Vàstag	Ck45 f7 25 micres

- Brida soldable pistó:

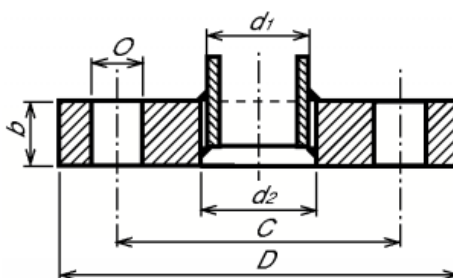


Figura 79. Esquema brida soldable pistó.

Taula 25. Taula de característiques brida soldable al vàstag del pistó.	
Material	Inox 304 L
d1	114 mm
d2	116 mm
D	220 mm
b	22 mm
O	18 mm
C	180 mm
Massa	4 Kg

- Molla condicionador plat gran:

Taula 26. Taula de característiques de la molla.

Longitud distesa total	260 mm
Longitud elàstica distesa	160 mm
Longitud màxima elàstica	200 mm
Diàmetre	5 mm
Constant elàstica	9500 N/m

- Roda lliure:

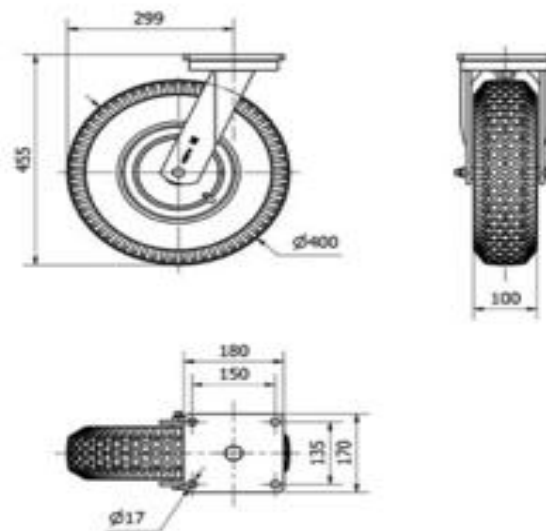


Figura 80. Esquema rodes lliures amb les cotes funcionals.

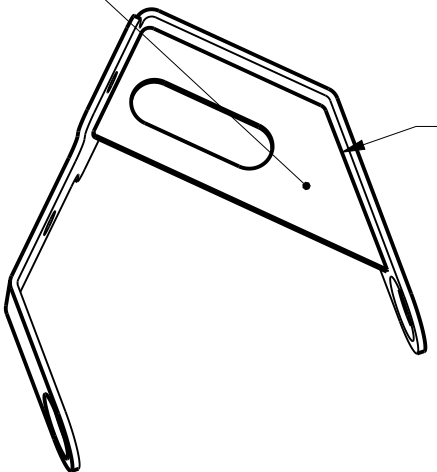

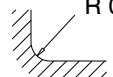
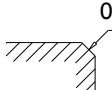
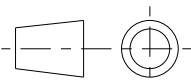
Taula 27. Taula de característiques roda lliure.

Tipus de suport	Giratori
Fixació	Platina
Material	Roda pneumàtica
Capacitat de carga	600 Kg
Massa	11,6 Kg

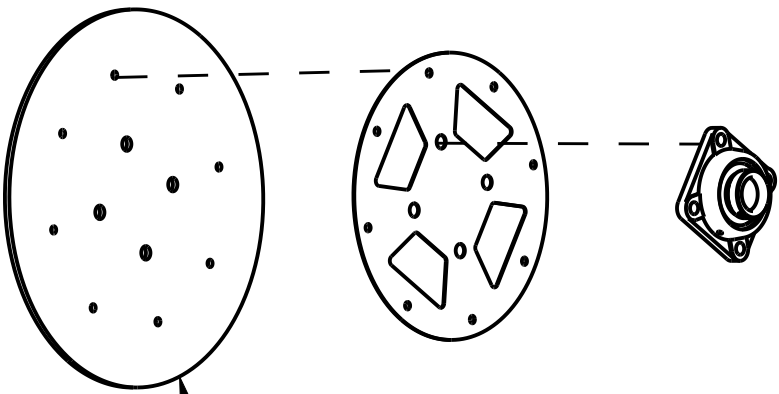
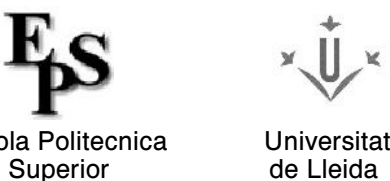
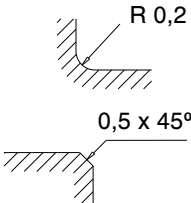
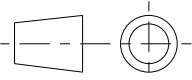
4. Plànols

4.1. Muntatge del condicionador

1		2		3		4	
<div></div>							
<div></div>							
<p>Cada cargol porta una femella autoblocant i una volandera de la respectiva mesura</p>							
ITEM NO	PART NUMBER			QTY			
1	CARGOL_M10X20			2			
2	CARGOL_M10X30			2			
3	CARGOL_M12X60			4			
4	CARGOL_M12X70			1			
5	CARGOL_M14X45			8			
6	CARGOL_M8X20			4			
7	CARGOL_M8X35			16			
8	CONJUNT_TOTAL_CONDICIONADOR_R_D			1			
9	MUNTATGE_ANCLATGES			1			
10	SOPORT_FINAL			1			
Material:		Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats		<div><div><div>EPS</div><div>Escola Politecnica Superior</div></div><div><div><div>↑</div><div>↓</div></div><div>Universitat de Lleida</div></div></div>	
Massa (kg):							
Tractament tèrmic:		Dimensió	Tolerància	<div><div>R 0,2</div><div>0,5 x 45°</div></div>		Descripció	
Tractament superficial:		0 - 10	± 0,1				
		10 - 50	± 0,2				
		50 - 200	± 0,8				
Projectat:		> 200	± 1				
		Rugositat no indicada:				Referència	
Aprovat:		<div></div>		Escala: 3:40		Condicionador	
				Format: A4			
				Revisió:		1	Full: 1/1

1	2	3	4	A	
					B
					C
					D
					E
					F
<div>Reforç centrat en la peça</div>  <div>Soldadura per tot el contorn del reforç</div>					
Material:	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats	<div><div>EPS</div><div>Escola Politecnica Superior</div></div> <div><div></div><div>Universitat de Lleida</div></div>	
Massa (kg):					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		<div><div>R 0,2</div><div>0,5 x 45°</div></div>	Descripció
Tractament superficial:	0 - 10	± 0,1			
	10 - 50	± 0,2			
	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1			
Projectat:	Rugositat no indicada:		Referència		
Aprovat:			CONJUNT_UNIOPLAT1_REFORS		
		Escala: 1:4	Revisió: 1	Full: 1/10	
		Format: A4			

1		2		3		4	
<p>Disc gran 600mm</p>							
Material:	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats			<div>Descripció</div>	
Massa (kg):							
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		<div>Referència</div>			
Tractament superficial:	0 - 10	± 0,1					
	10 - 50	± 0,2					
	50 - 200	± 0,8					
Projectat:	> 200	± 1	<div>DISC_COMPLET_GRAN</div>				
Aprovat:			Escala: 1:10 Format: A4	Revisió: 1	Full: 2/10		

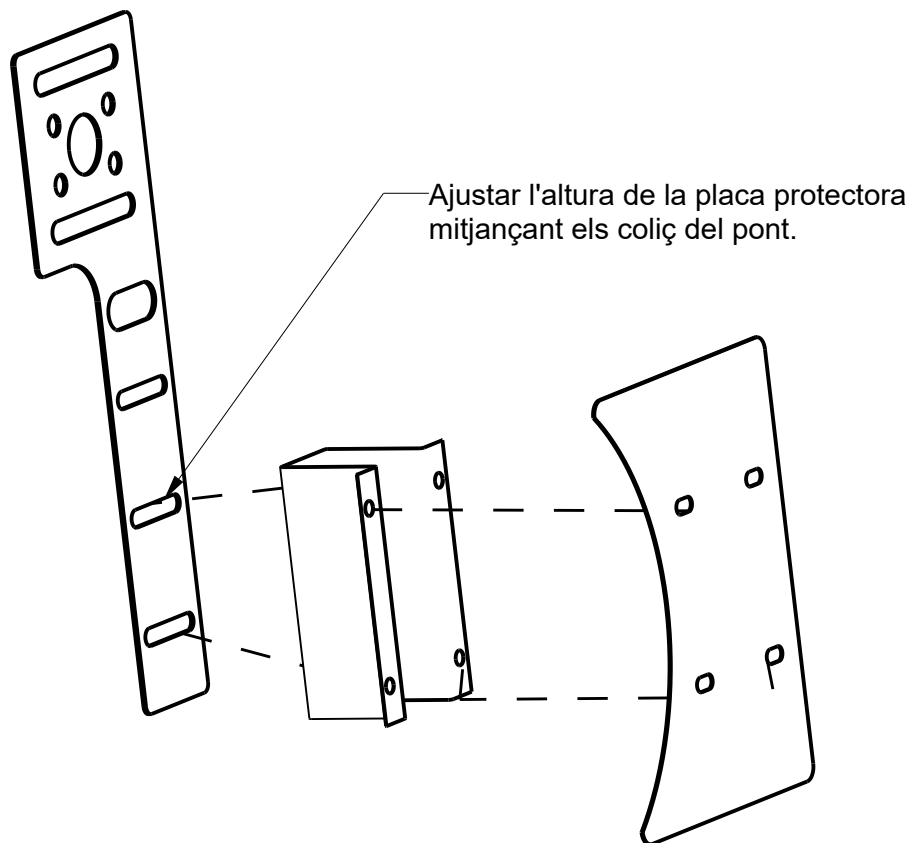
1	2	3	4	
<div style="text-align: center;">  <p>Disc petit 500mm</p> </div>				
Material:	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats	
Massa (kg):				
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció
Tractament superficial:	0 - 10 10 - 50 50 - 200 > 200	± 0,1 ± 0,2 ± 0,8 ± 1		
Projectat:	Rugositat no indicada:		Referència	
Aprovat:		Escala: 1:10 Format: A4	DISC_PETIT_COMPLET Revisió: 1 Full: 3/10	

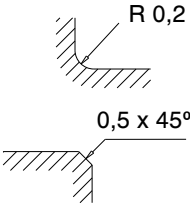


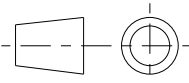
1

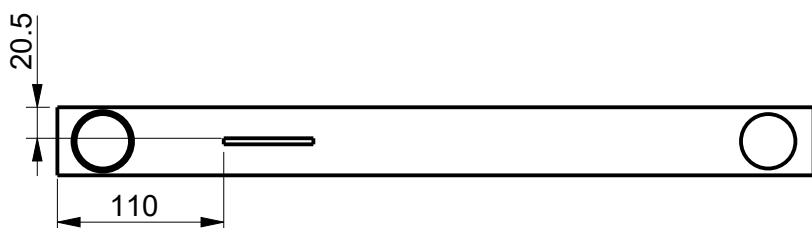
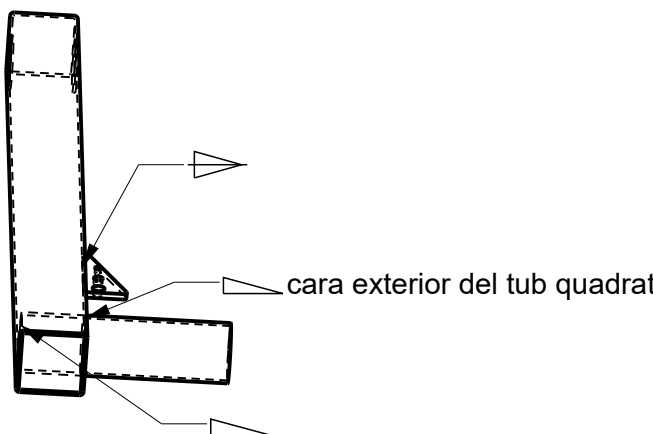


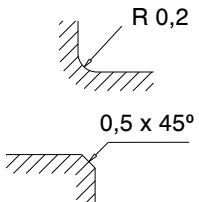
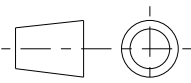
2

3

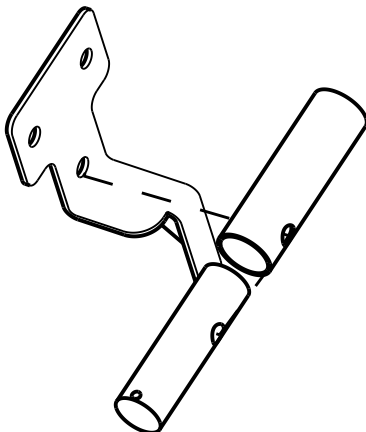
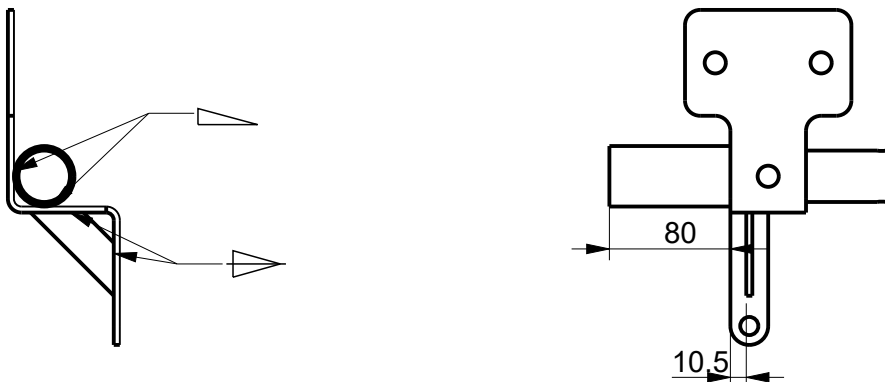
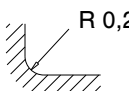
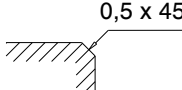


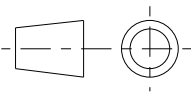
4



Material:	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats 		
Massa (kg):					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Escola Politecnica Superior	Universitat de Lleida
	0 - 10	± 0,1			
	10 - 50	± 0,2			
	50 - 200	± 0,8			
Tractament superficial:	> 200	± 1	Descripció		
Projectat:	Rugositat no indicada:			Referència	
Aprovat:			Escala: 1:5	MUNTATGE_ANCLATGES	
			Format: A4		

1	2	3	4		
<div></div>					
<div></div>					
Material:	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats	 Escola Politecnica Superior	 Universitat de Lleida
Massa (kg):					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció	
Tractament superficial:	0 - 10	± 0,1			
	10 - 50	± 0,2			
	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1			
Projectat:	Rugositat no indicada:		Referència		
Aprovat:			SOPORTPLAT2_COMPLET		
		Escala: 1:5	Revisió: 1	Full: 5/10	
		Format: A4			

1		2		3		4	
<div style="text-align: center;"> <p>Important mantenir l'alineació del plec del tub amb la platina amb una tolerància de $\pm 1^\circ$</p> </div>							
Material:	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats			<div> <div>Escola Politecnica Superior</div> <div>Universitat de Lleida</div> </div>	
Massa (kg):							
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció			
Tractament superficial:	0 - 10	$\pm 0,1$					
	10 - 50	$\pm 0,2$					
	50 - 200	$\pm 0,8$					
Projectat:	> 200	± 1	Referència				
Rugositat no indicada:							
Aprovat:			Escala: 1:4 Format: A4	TUBCORBAT_UNIOMIG1			
			Revisió: 1	Full: 6/10			

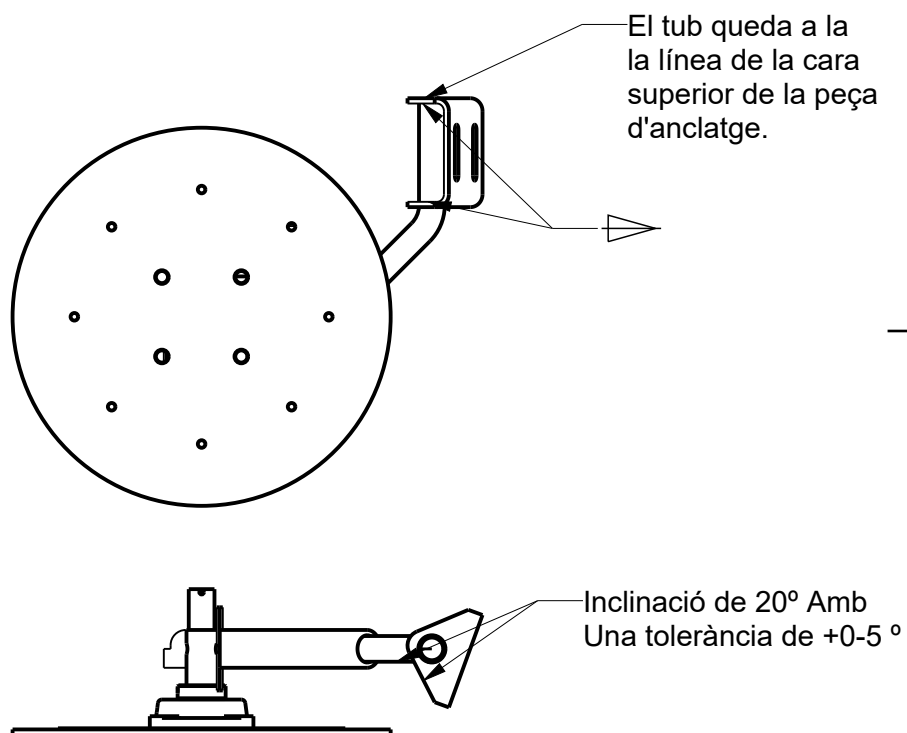
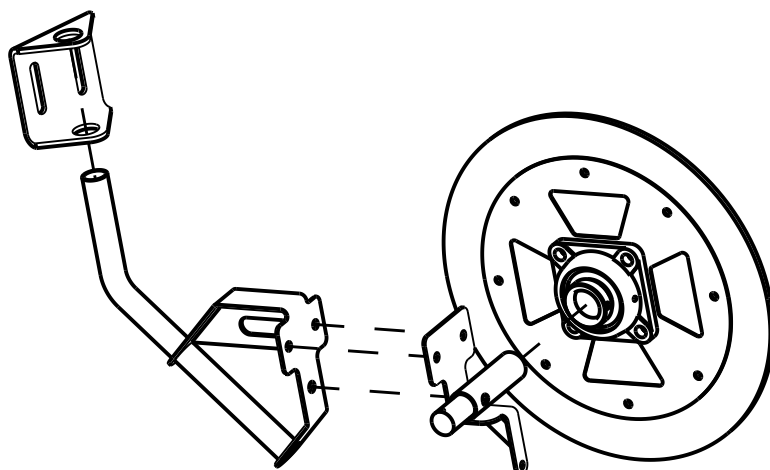
1		2		3		4	
<div></div>							
<div></div>							
Material:		Toleràncies generals (mm)		<div>Acords no indicats</div> <div></div> <div></div>		<div> Escola Politecnica Superior</div> <div> Universitat de Lleida</div>	
Massa (kg):						Descripció	
Tractament tèrmic:							
Tractament superficial:							
Projectat:							
		Rugositat no indicada:				Referència	
Aprovat:		<div></div>				Escala: 1:5	
				Format: A4			
				Revisió:		1	Full: 7/10

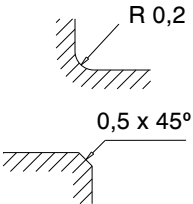


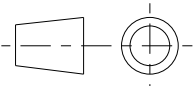
1

2

3

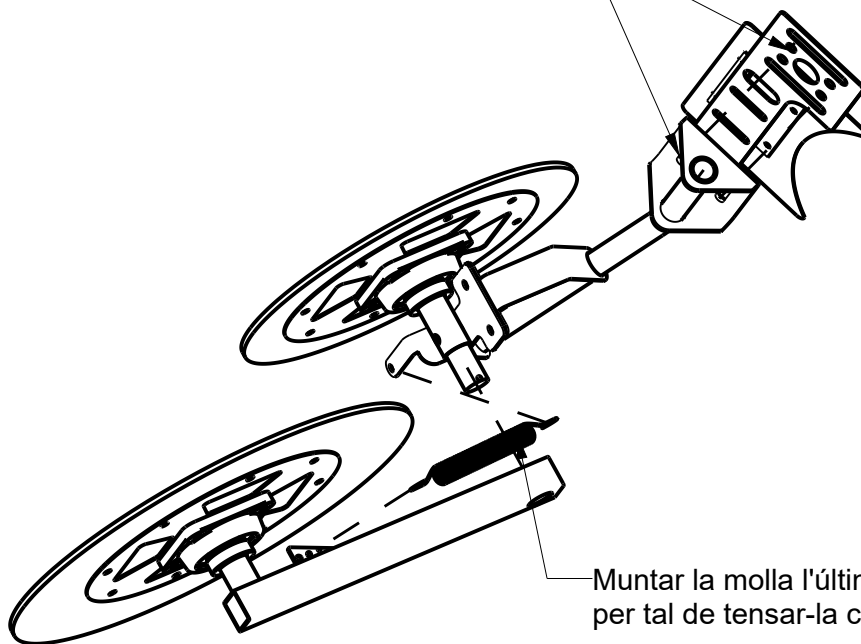
4



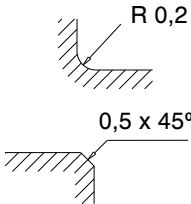


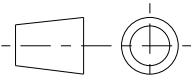
Material:	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats 		
Massa (kg):					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció	
	0 - 10	± 0,1			
	10 - 50	± 0,2			
Tractament superficial:	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1			
Projectat:	Rugositat no indicada:		Referència		
Aprovat:		Escala: 1:10 Format: A4		MUNTATGE_DISC1_ANCLATGE Revisió: 1 Full: 8/10	

1		2		3		4		
Material:	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats R 0,2 0,5 x 45°					
Massa (kg):				Descripció				
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Referència				
Tractament superficial:	0 - 10	± 0,1						
	10 - 50	± 0,2						
	50 - 200	± 0,8						
Projectat:	> 200	± 1	MUNTATGE_PLAT2					
Aprovat:			Escala: 1:5 Format: A4	Revisió: 1 Full: 9/10				

Entre mitg sistema de suport de la màquina



Muntar la molla l'últim per tal de tensar-la correctament.

Material:	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats 		
Massa (kg):					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció	
	0 - 10	± 0,1			
	10 - 50	± 0,2			
Tractament superficial:	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1			
Projectat:					
	Rugositat no indicada:			Referència	
Aprovat:		Escala: 1:10	MUNTATGE_DISCOS_ESQUERRE		
		Format: A4			

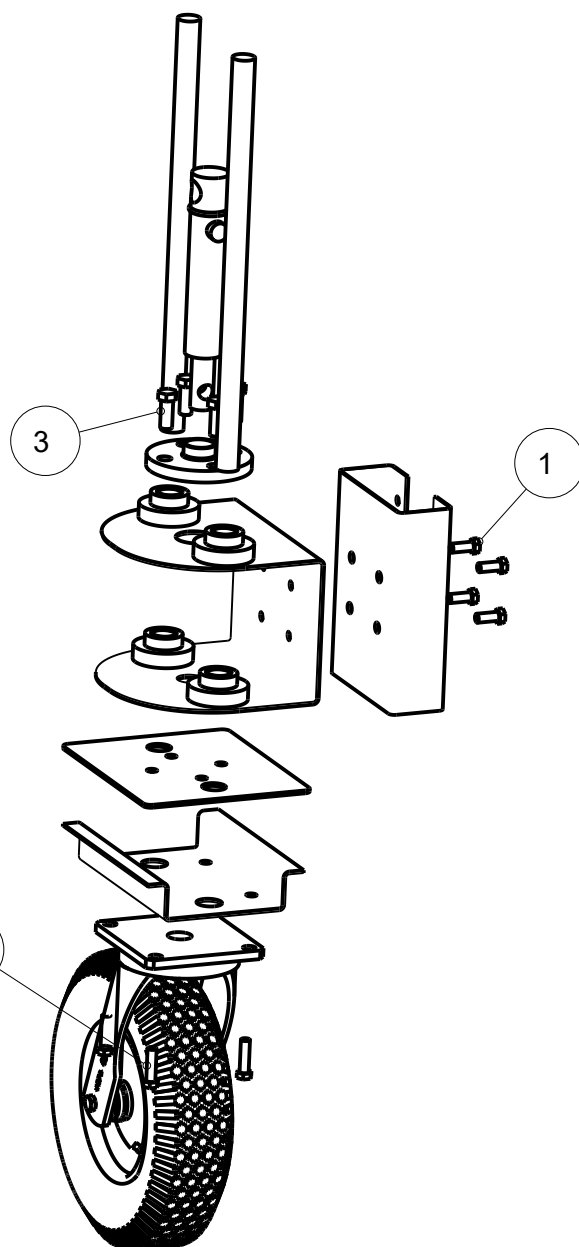
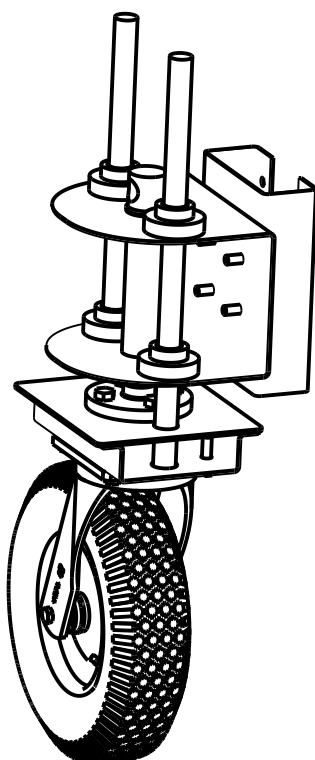
4.2. Muntatge del sistema de rodes lliures

1

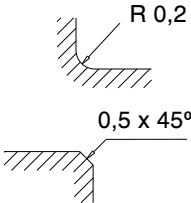


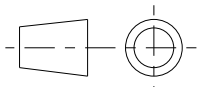
2

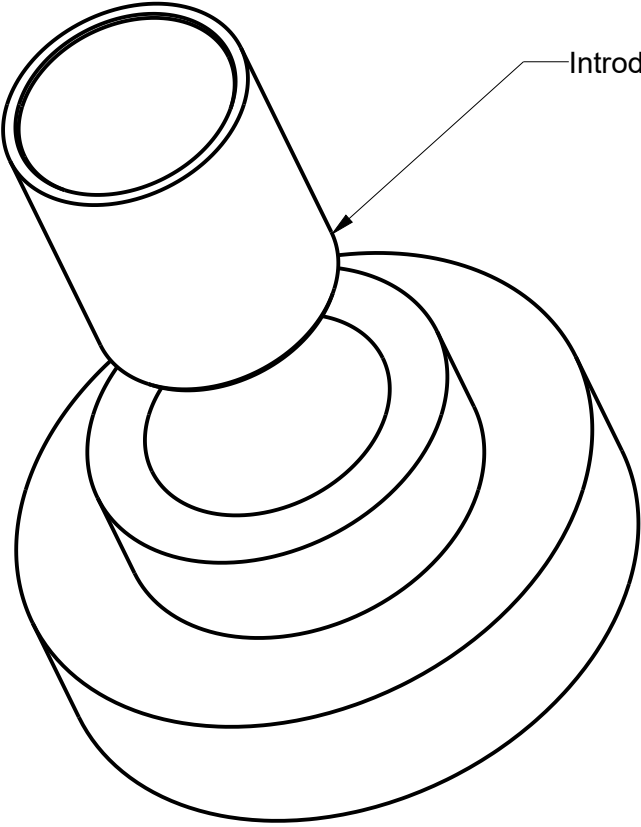


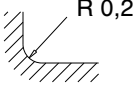
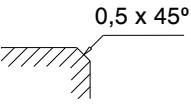
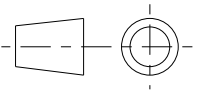
3

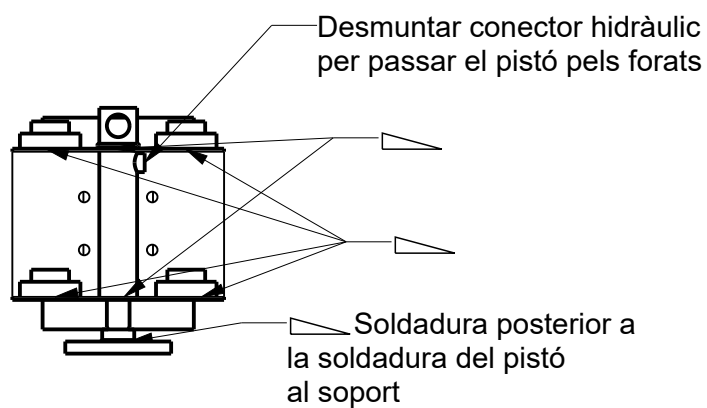
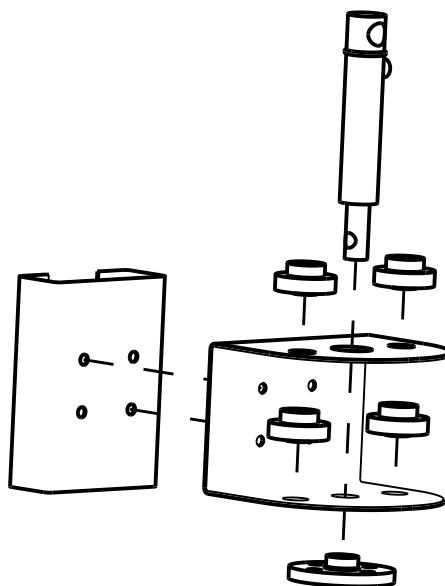
4



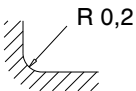
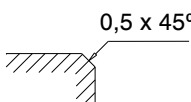
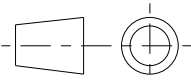


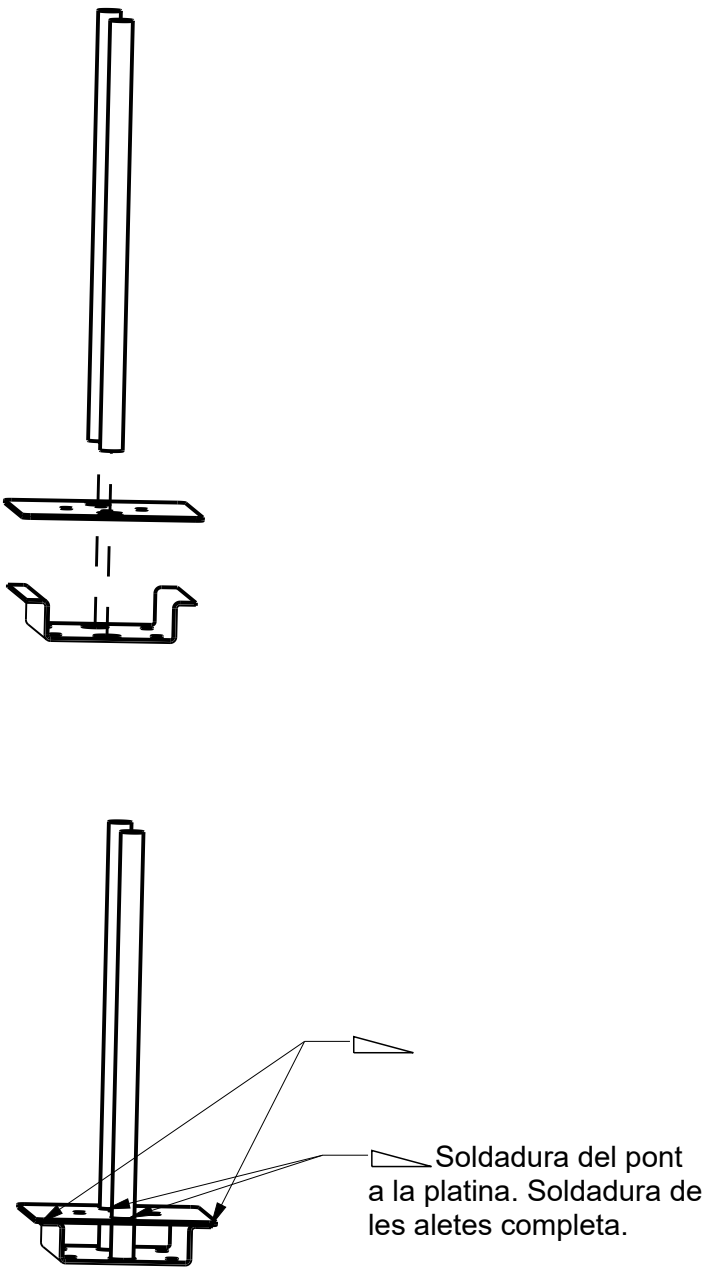
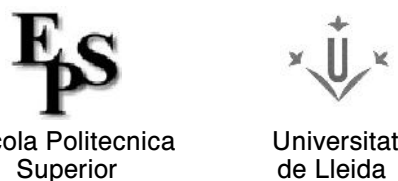
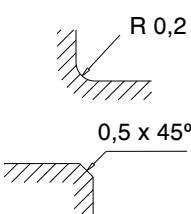
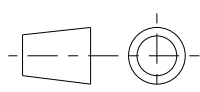
ITEM NO	PART NUMBER	QTY
1	CARGOL_M12X30	4
2	CARGOL_M12X45	4
3	CARGOL_M16X40	4
4	PISTO_SOPORTPISTO	1
5	RODA_SOPORT_RODA	1

Material:	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats			
Massa (kg):						
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància			Descripció	
	0 - 10	± 0,1				
	10 - 50	± 0,2				
Tractament superficial:	50 - 200	± 0,8				
	> 200	± 1				
Projectat:	Rugositat no indicada:			Referència		
Aprovat:						
			Escala: 1:10	MONTATGE_RODA_COMPLET		
			Format: A4			Revisió: 1

1	2	3	4		
					
Material:	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats	 Escola Politecnica Superior	 Universitat de Lleida
Massa (kg):					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància	 	Descripció	
Tractament superficial:	0 - 10	± 0,1			
	10 - 50	± 0,2			
	50 - 200	± 0,8			
Projectat:	> 200	± 1			
Aprovat:	Rugositat no indicada:		Referència		
			Escala: 1:1 Format: A4	SOPORTCASQUILLO_CASQUILLO Revisió: 1 Full: 1/5	



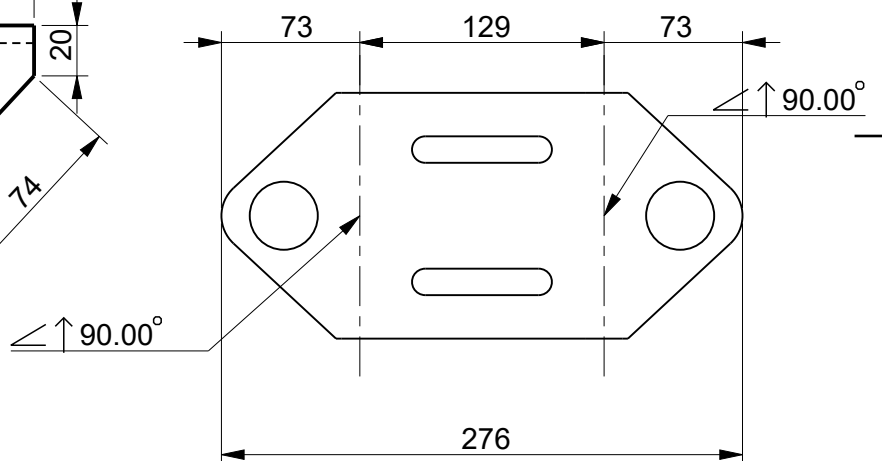
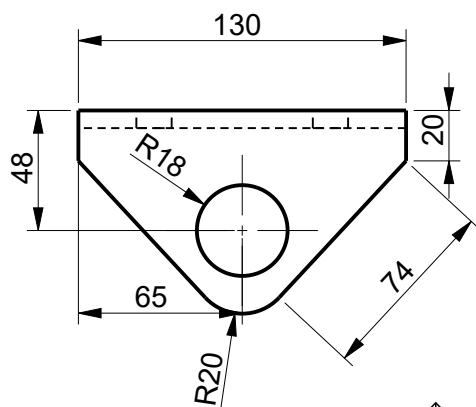
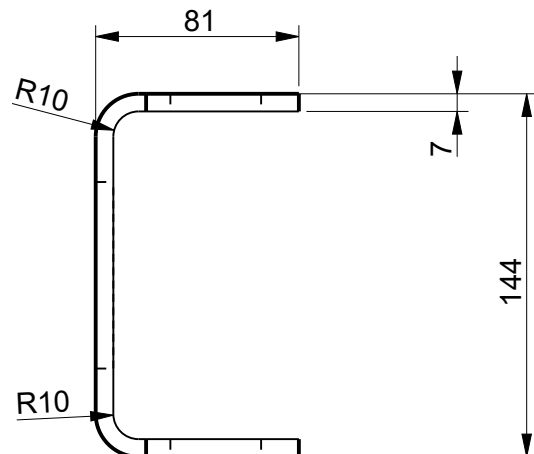
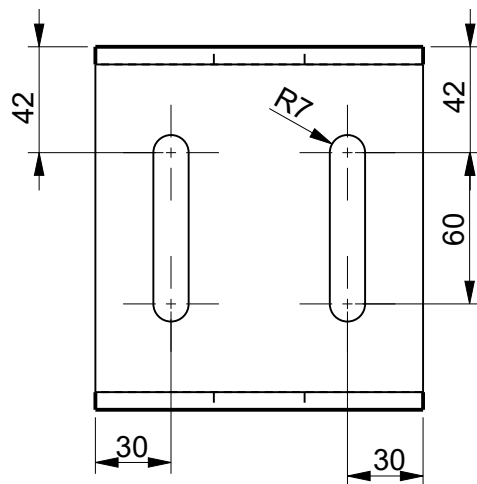
Material:	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats		
Massa (kg):					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		 	
	0 - 10	± 0,1			
	10 - 50	± 0,2			
Tractament superficial:	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1			
Projectat:	Rugositat no indicada:			Descripció	
Aprovat:		Escala: 1:10	Referència		
		Format: A4			PISTO_SOPORTPISTO
		Revisió: 1	Full: 2/5		

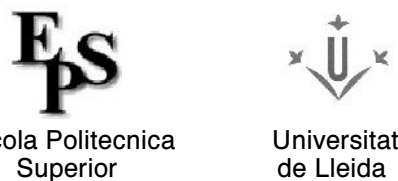

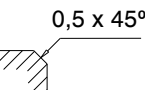
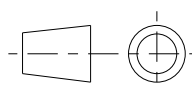
1	2	3	4	
				
Material:	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats	
Massa (kg):				
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció
Tractament superficial:	0 - 10	± 0,1		
	10 - 50	± 0,2		
	50 - 200	± 0,8		
Projectat:	> 200	± 1		
Aprovat:	Rugositat no indicada:		Referència	
			Escala: 1:10 Format: A4	SOPORTS_RODA_BARRES Revisió: 1 Full: 3/5

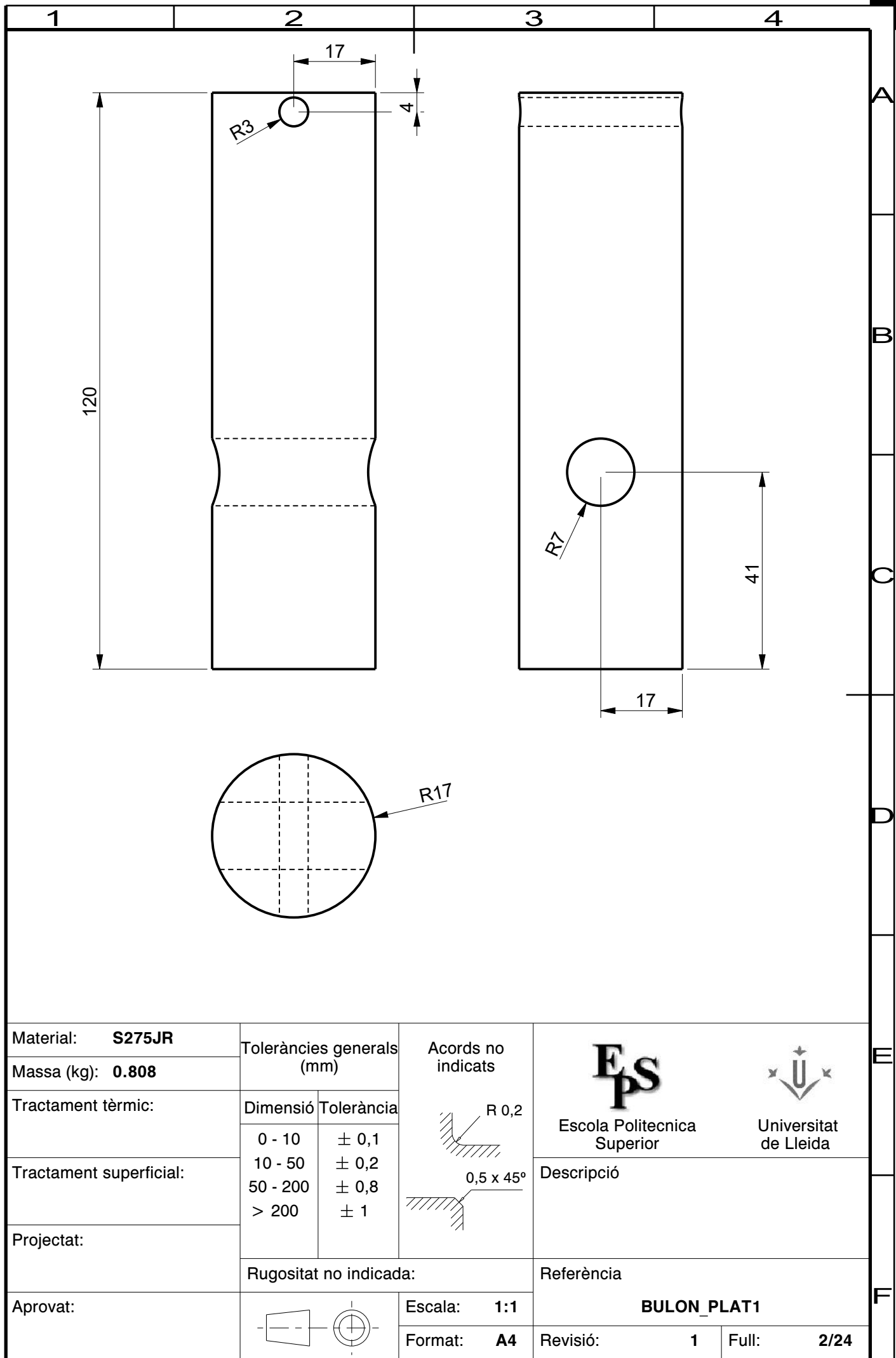
1		2		3		4		
Material:	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats 	 Escola Politecnica Superior	 Universitat de Lleida	Descripció		
Massa (kg):								
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Referència				
Tractament superficial:	0 - 10 10 - 50 50 - 200 > 200	± 0,1 ± 0,2 ± 0,8 ± 1						
Projectat:	Rugositat no indicada:		RODA_SOPORT_RODA					
Aprovat:		Escala: 1:10 Format: A4	Revisió: 1	Full: 4/5				

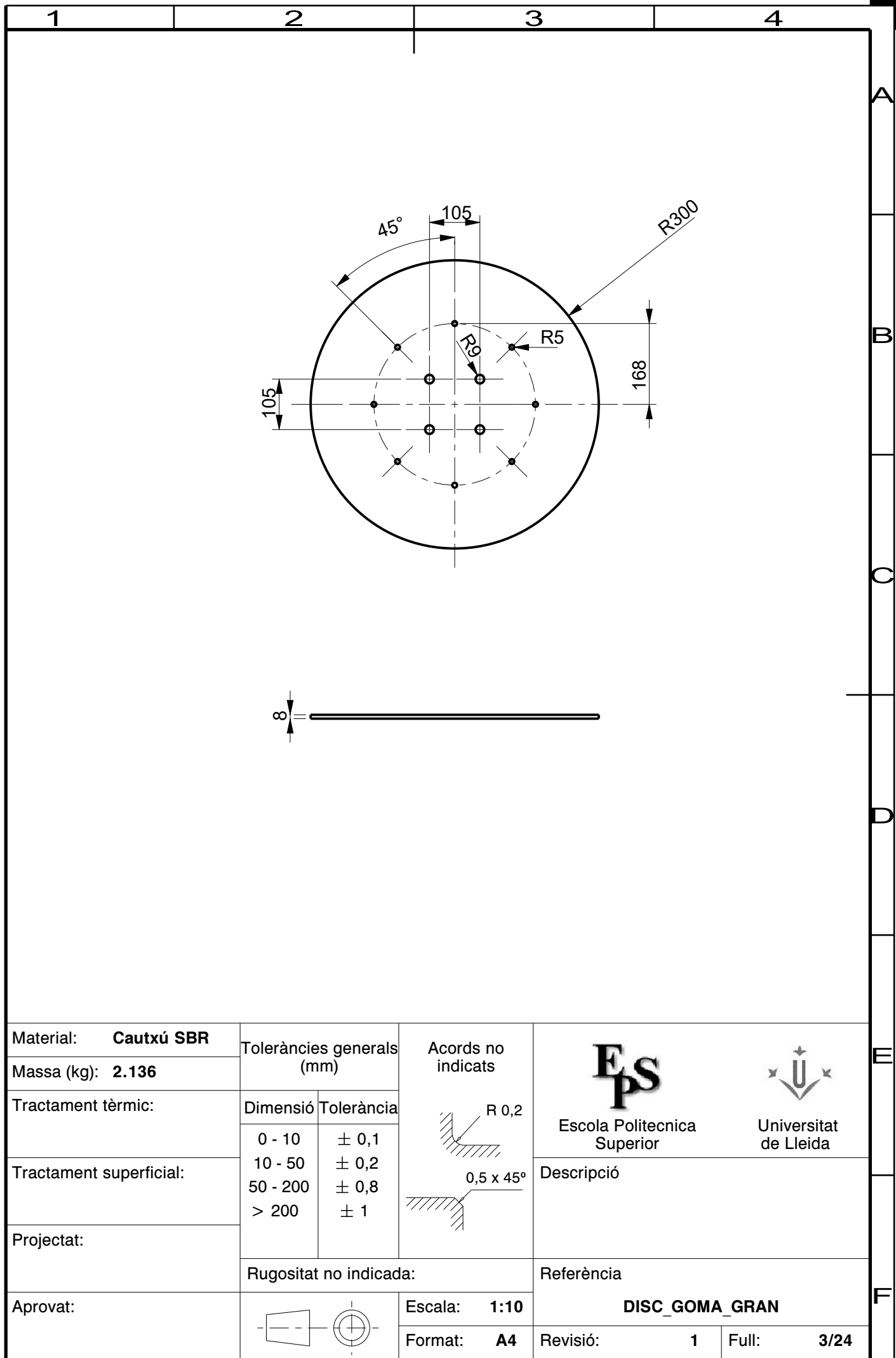
1	2	3	4		
Material:	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats	 Escola Politecnica Superior	 Universitat de Lleida
Massa (kg):					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància	 	Descripció	
Tractament superficial:	0 - 10	± 0,1			
	10 - 50	± 0,2			
	50 - 200	± 0,8			
Projectat:	> 200	± 1	Referència		
Rugositat no indicada:			MONTATGE_RODA_COMPLET		
Aprovat:		Escala: 1:10 Format: A4	Revisió: 1	Full: 5/5	

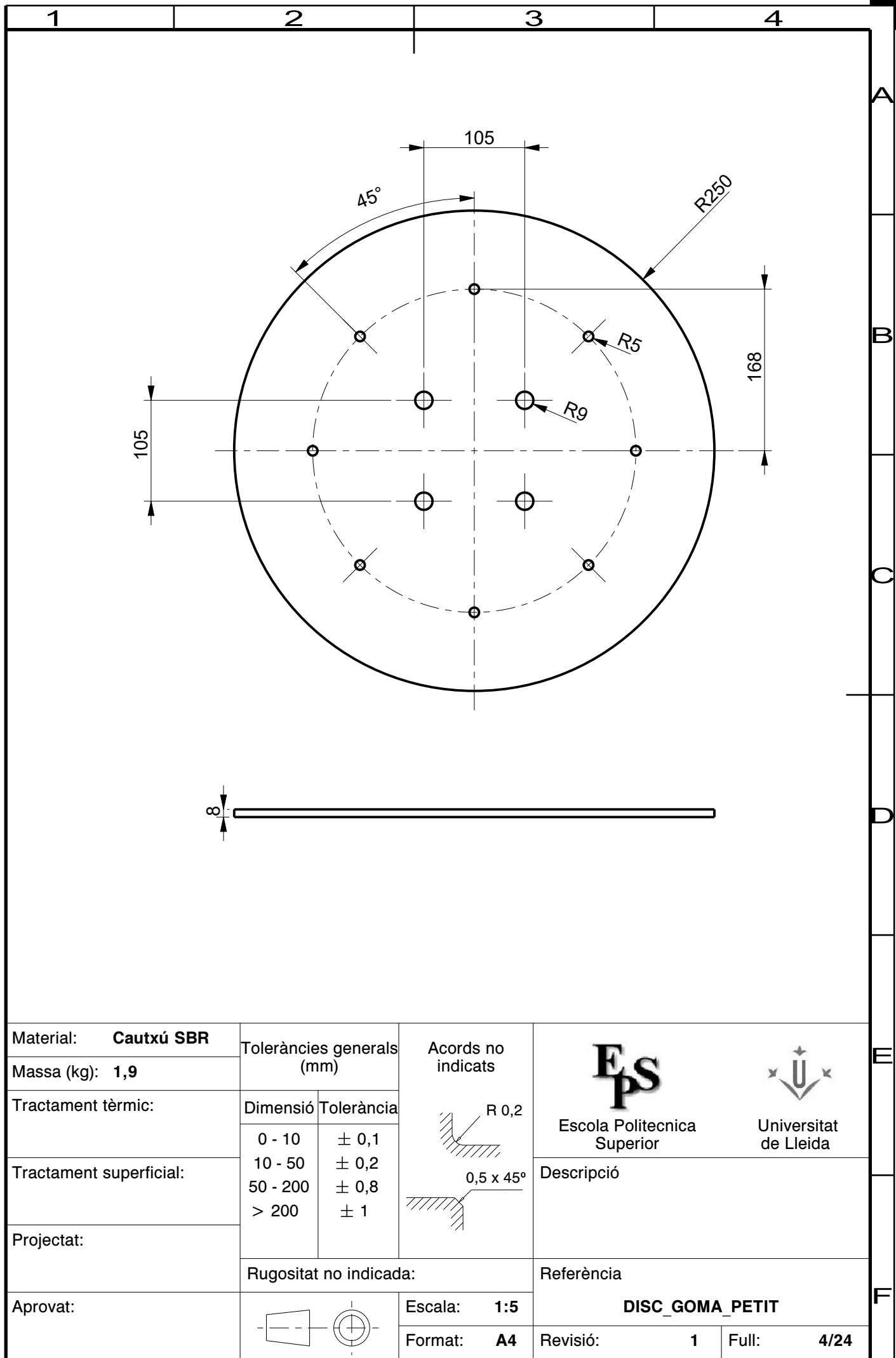
4.3. Peces de fabricació pròpia

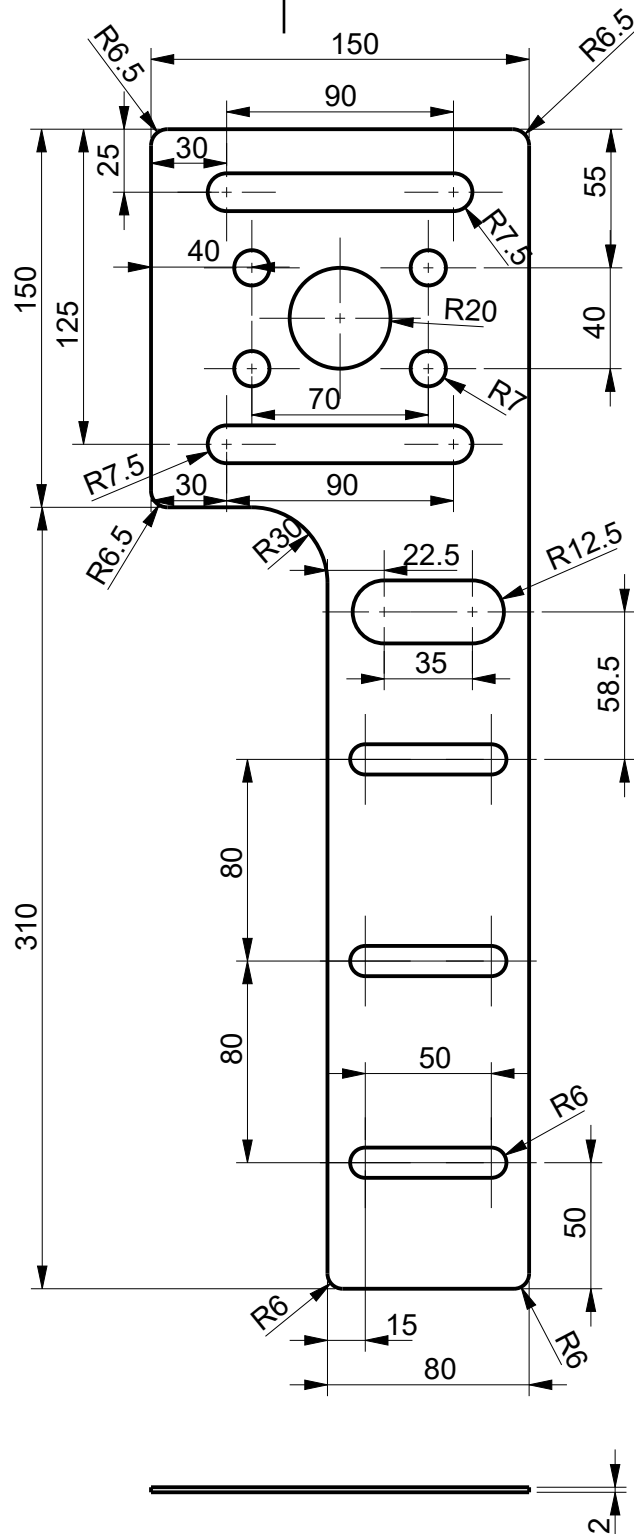




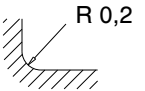
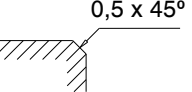
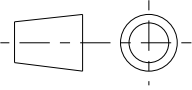
Material: S275JR	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats	
Massa (kg): 1.395				
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció
	0 - 10	± 0,1		
	10 - 50	± 0,2		
Tractament superficial:	50 - 200	± 0,8		
	> 200	± 1		
Projectat:	Rugositat no indicada:		Referència	
Aprovat:			ANCLATGE_PRINCIPAL	
		Escala: 1:3 Format: A4	Revisió: 1	Full: 1/24

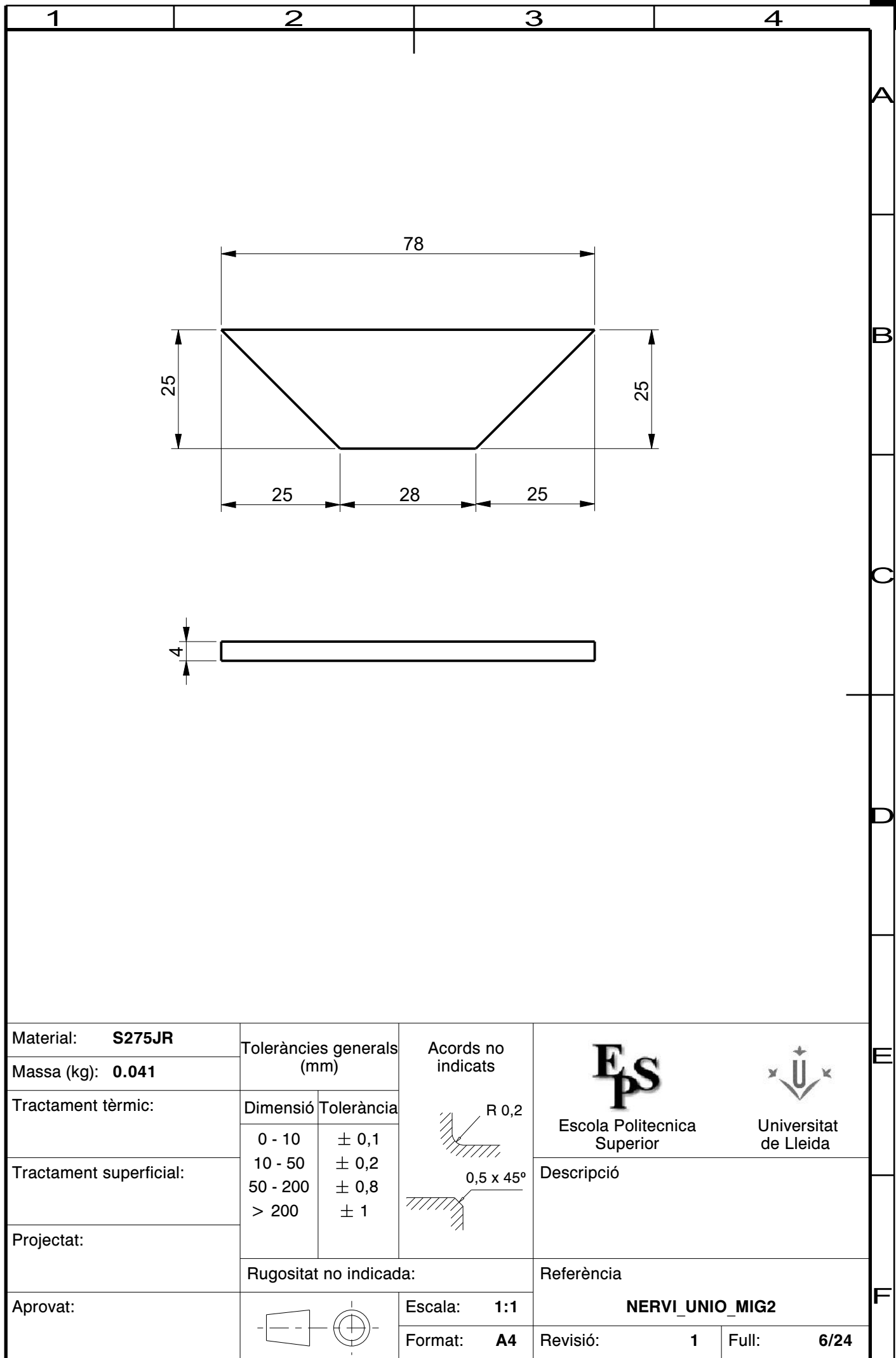






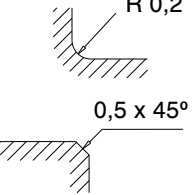
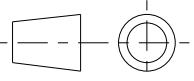


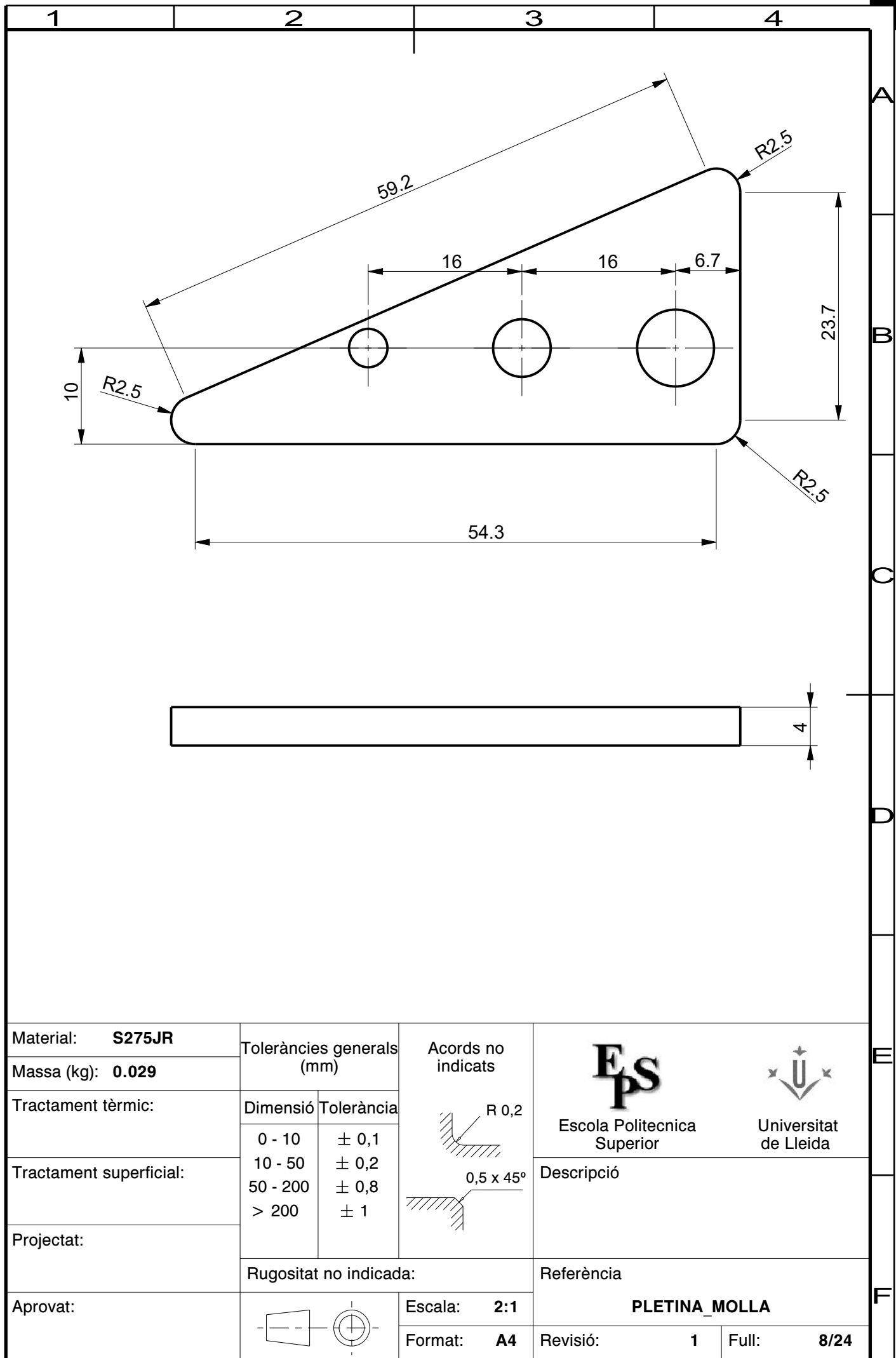


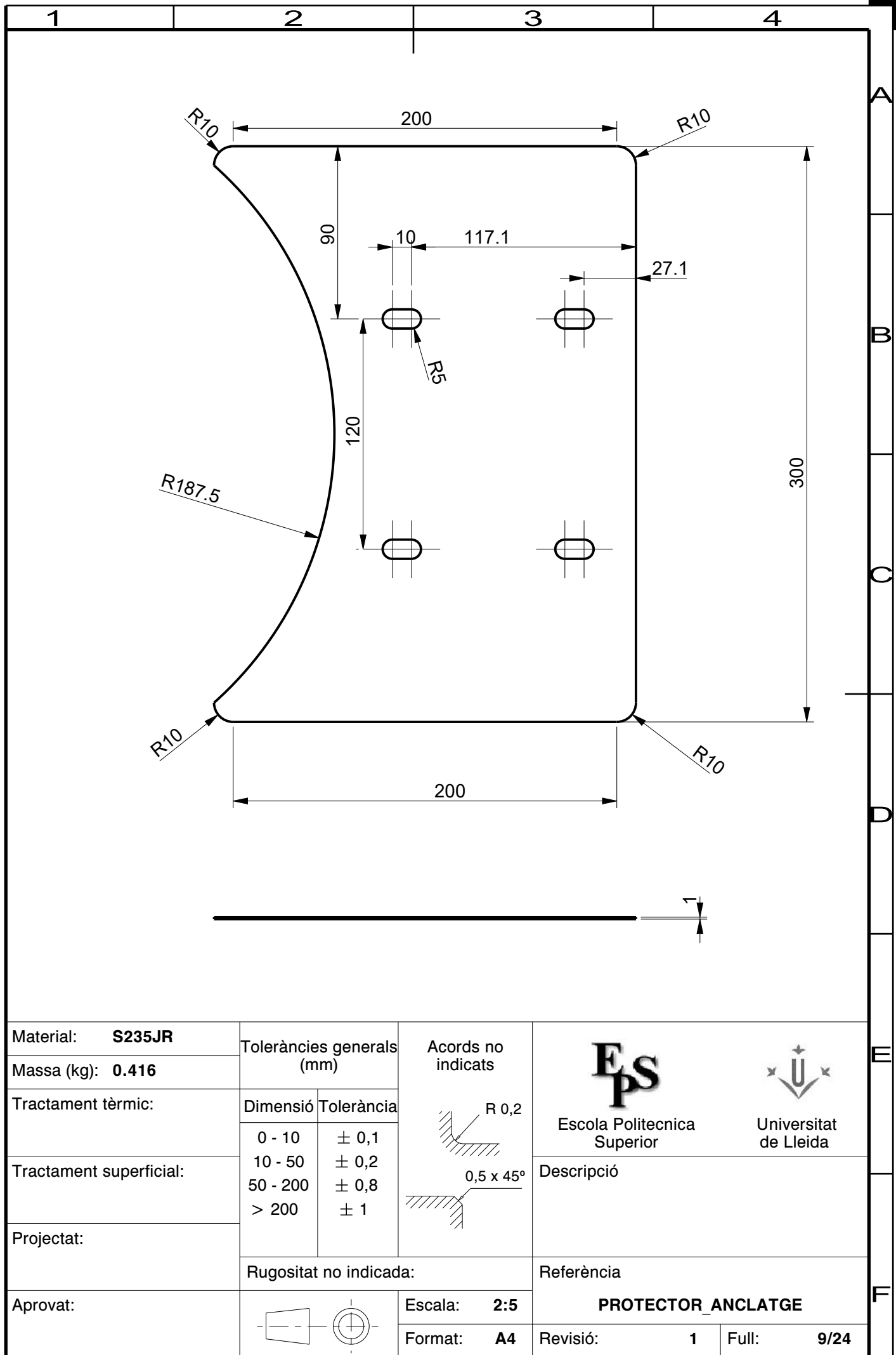
Material: S235JR	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats	 Escola Politecnica Superior  Universitat de Lleida	Descripció
Massa (kg): 0.613					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància	 		
	0 - 10	± 0,1			
	10 - 50	± 0,2			
Tractament superficial:	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1			
Projectat:	Rugositat no indicada:		Referència		
Aprovat:			PLACA_ANCLATGE		
			Escala: 2:5	Revisió: 1	Full: 5/24
			Format: A4		



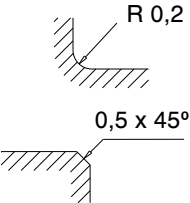
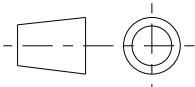


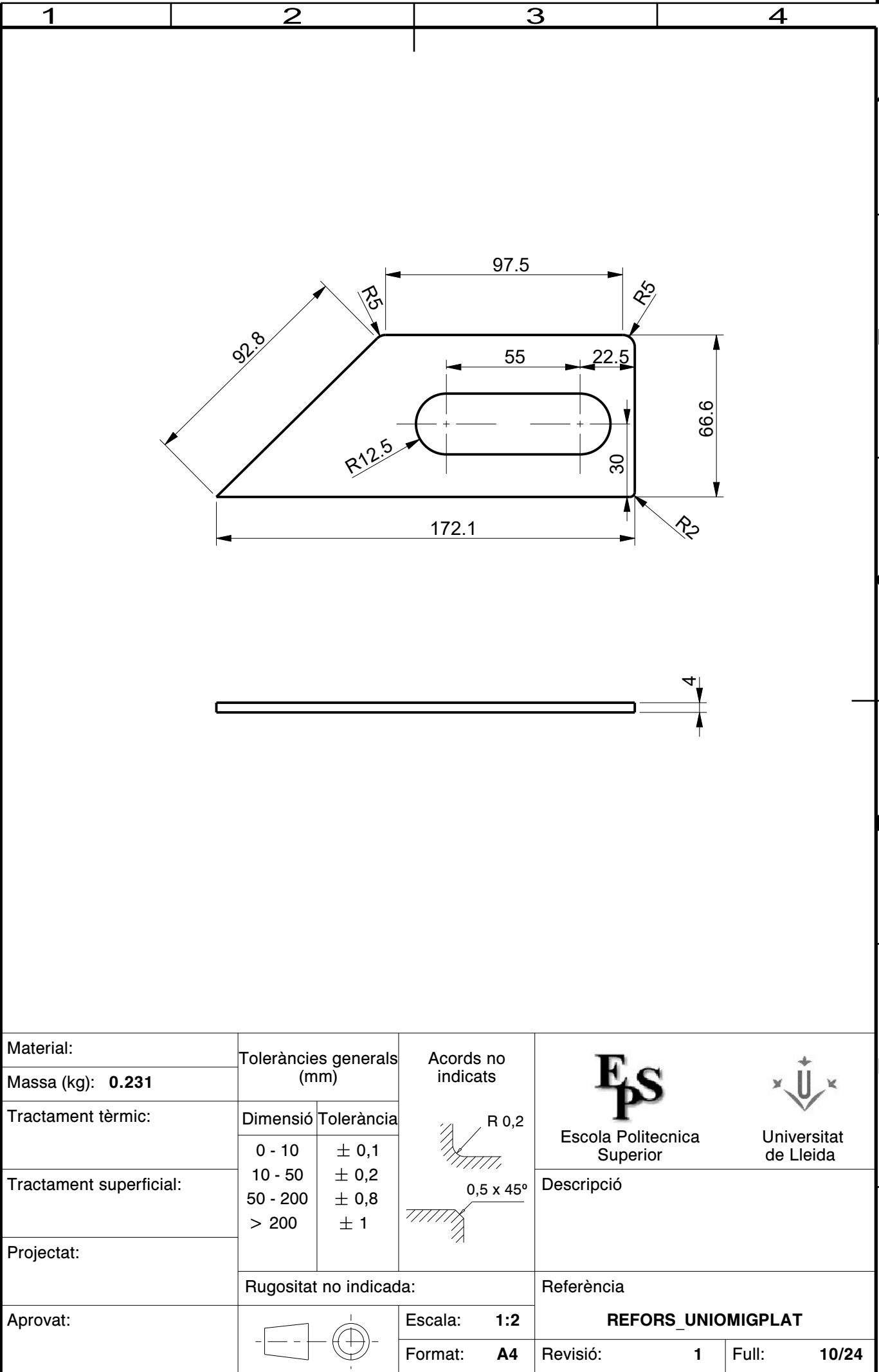


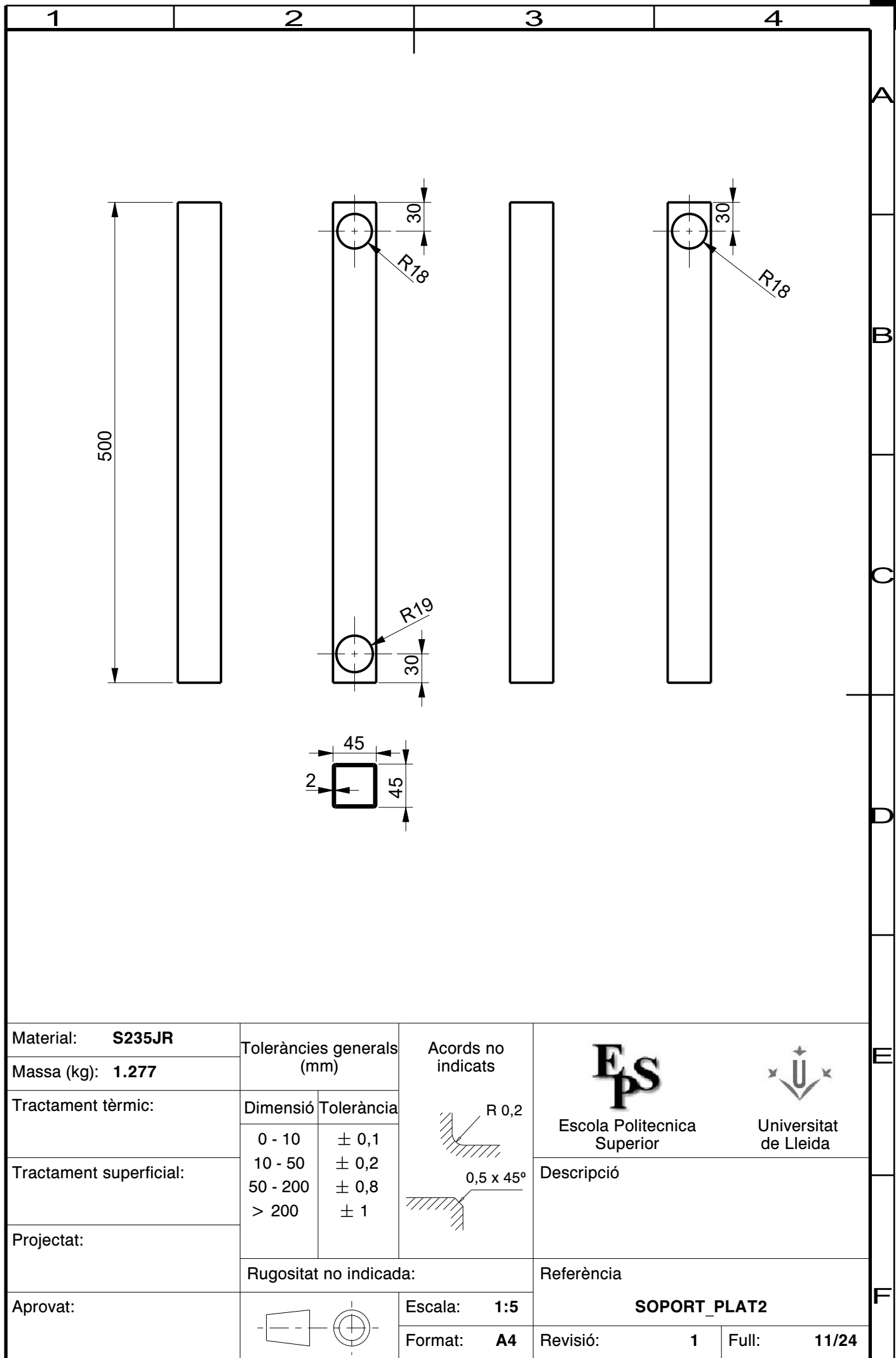
Material: S235JR	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats			
Massa (kg): 1.018						
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància				
	0 - 10	± 0,1				
Tractament superficial:	10 - 50	± 0,2				
	50 - 200	± 0,8				
	> 200	± 1				
Projectat:				Descripció		
Rugositat no indicada:						
Aprovat:			Escala: 1:4	PLAT_SOPORT_DISC		
			Format: A4			

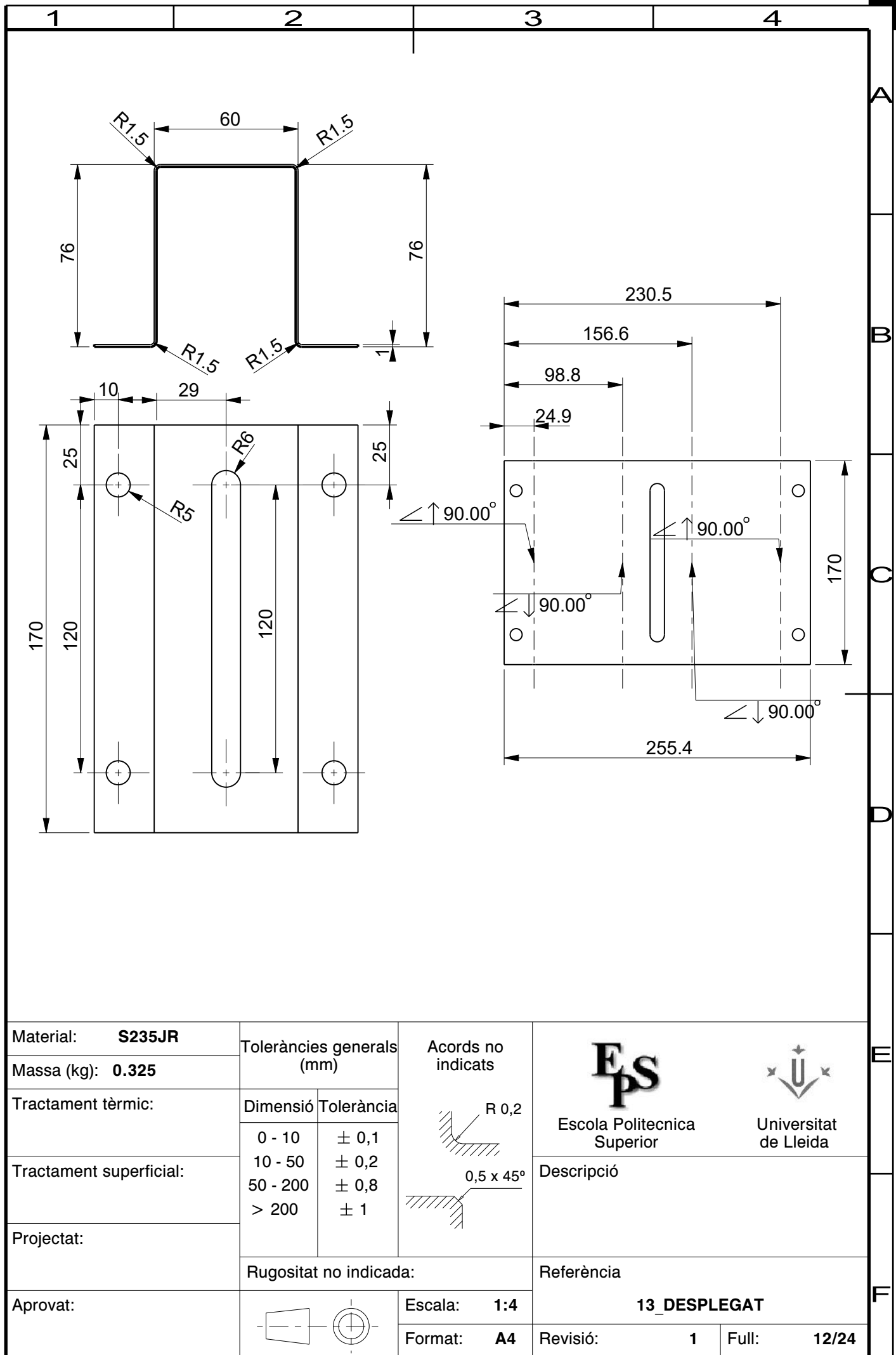


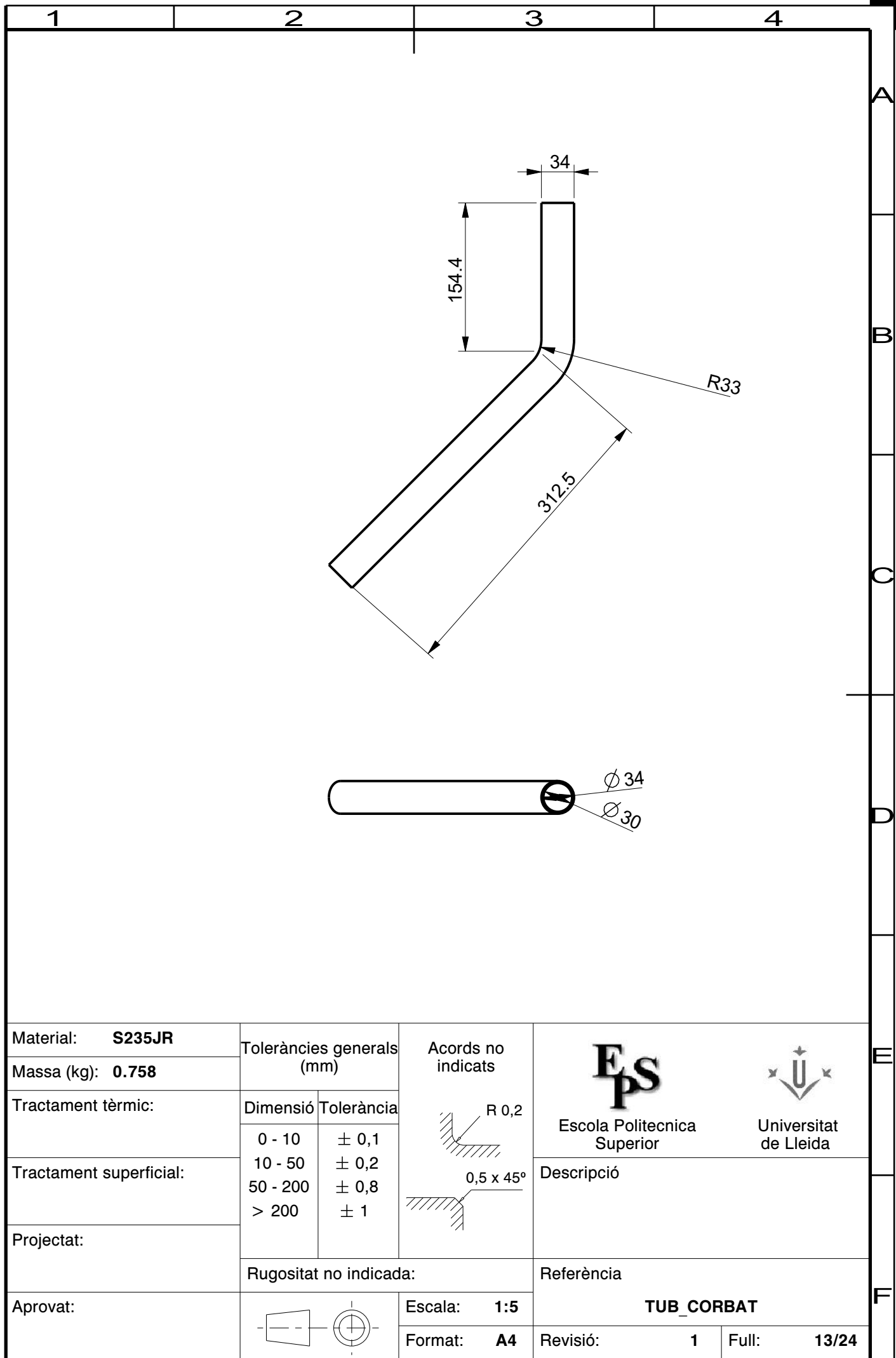


Material: S235JR	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats			
Massa (kg): 0.416						
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància				
	0 - 10	± 0,1				
	10 - 50	± 0,2				
Tractament superficial:	50 - 200	± 0,8				
	> 200	± 1				
Projectat:			Descripció			
Rugositat no indicada:			Referència			
Aprovat:			Escala: 2:5	PROTECTOR_ANCLATGE		
			Format: A4			Revisió: 1

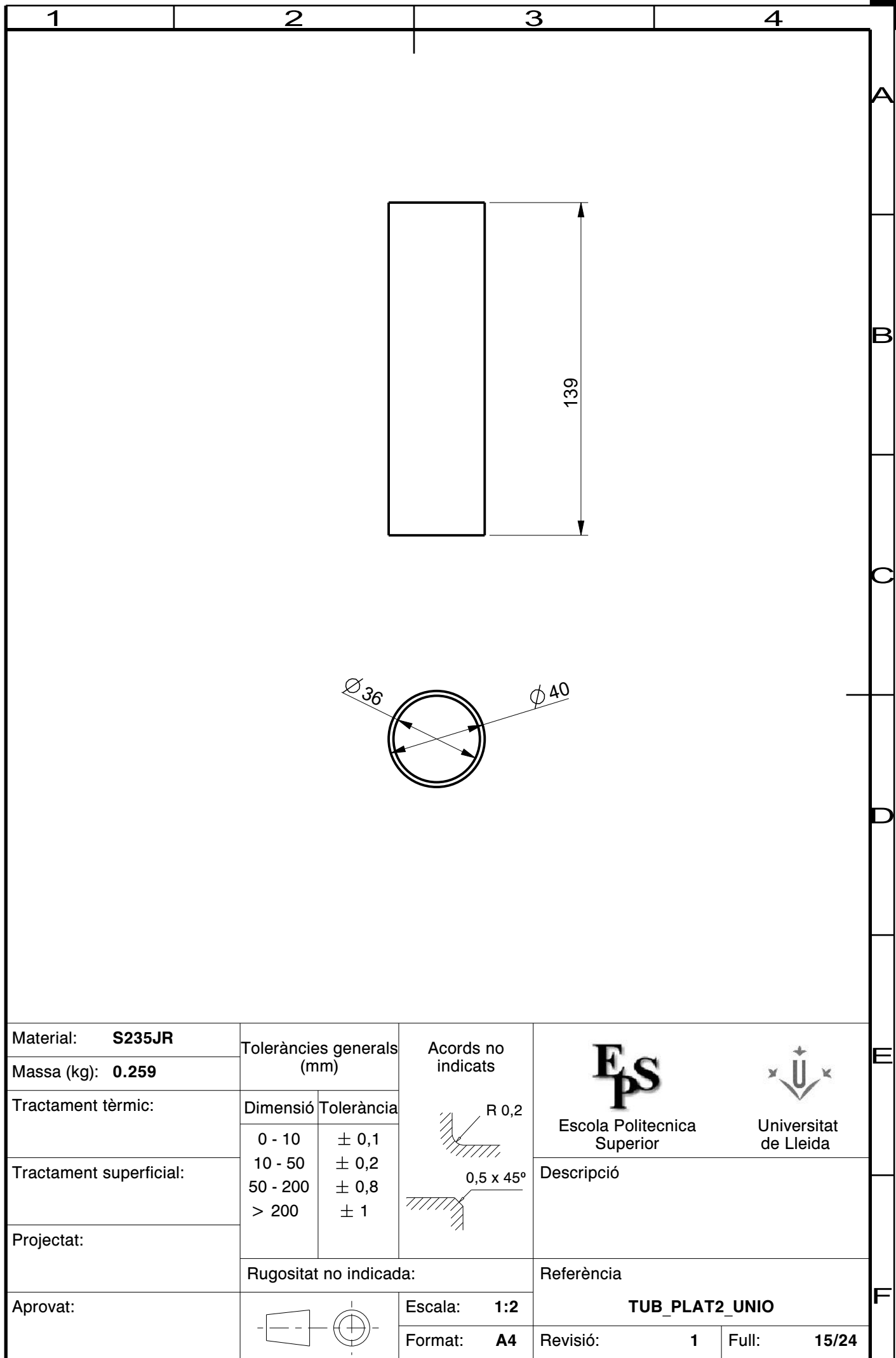





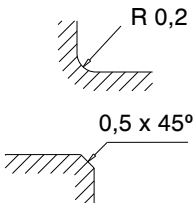
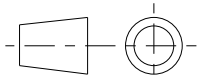


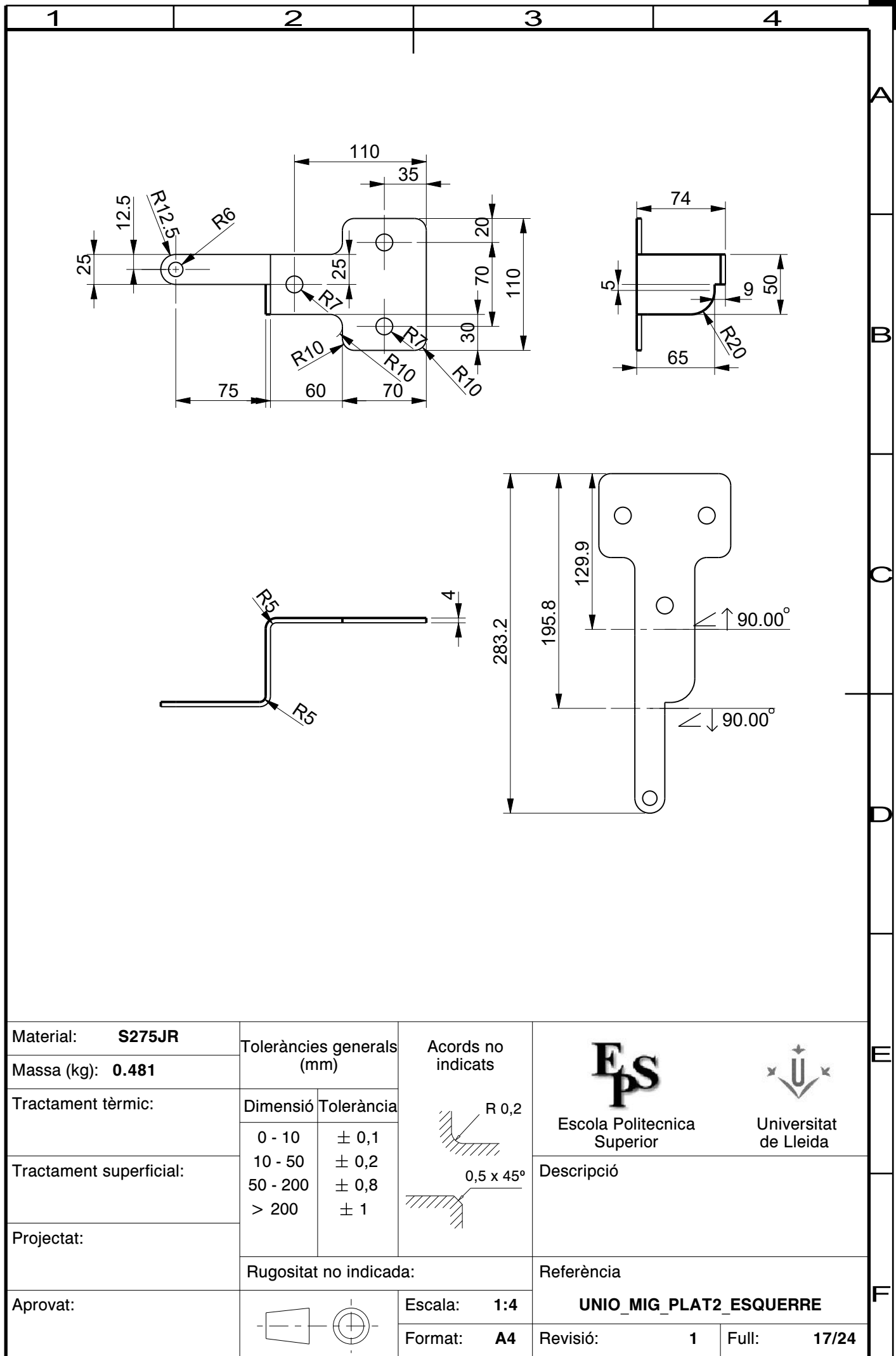


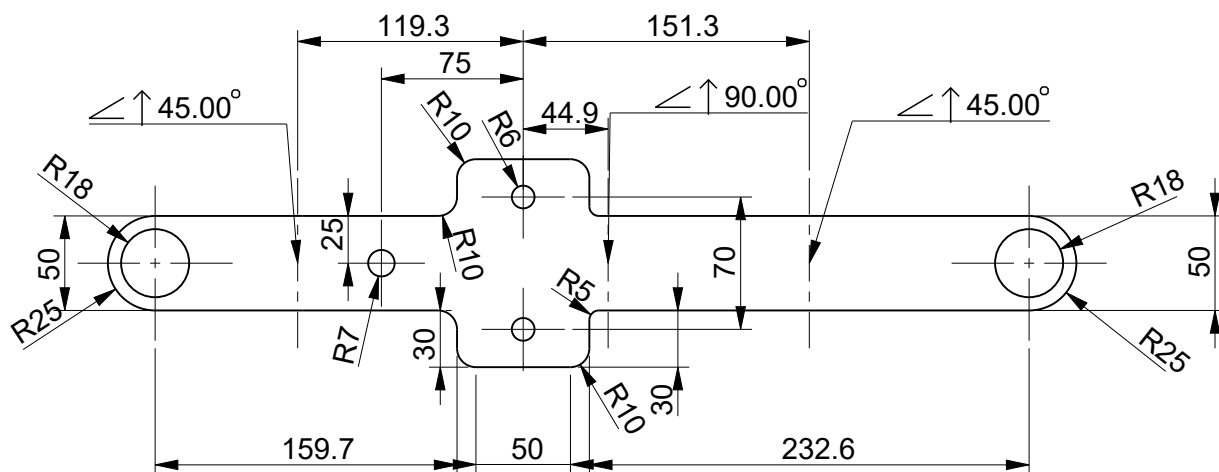
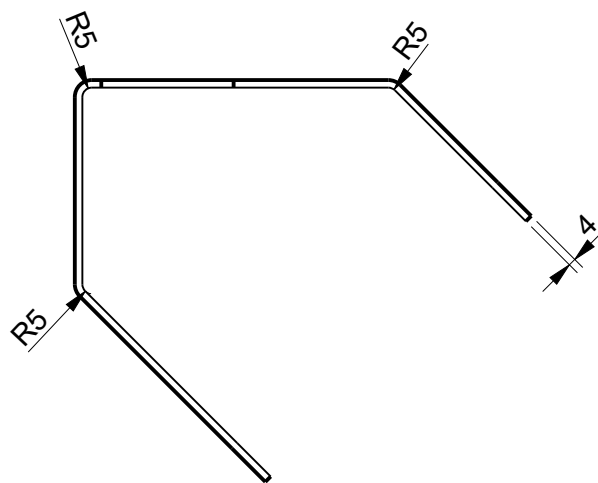
1	2	3	4
<div><div><div><div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div><div><</div></div></div></div></div>			

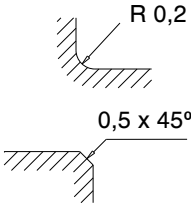


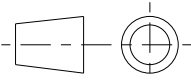


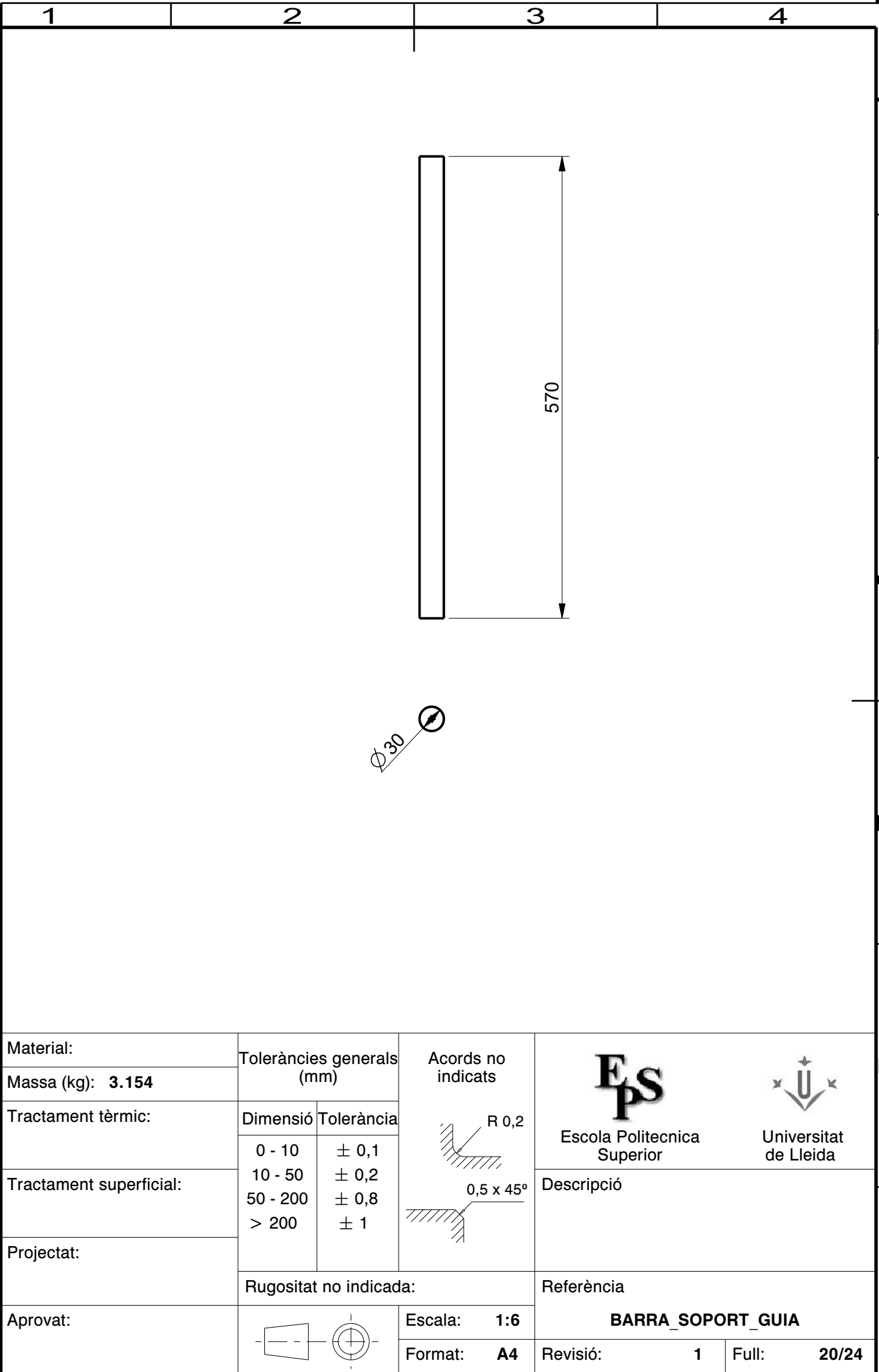


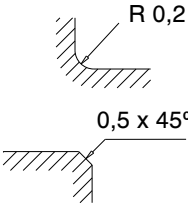


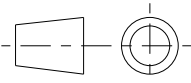
Material: S275JR	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats		
Massa (kg): 0,48					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància			
	0 - 10	± 0,1			
	10 - 50	± 0,2			
Tractament superficial:	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1			
Projectat:	Rugositat no indicada:		Referència		
Aprovat:					
		Escala: 1:4	UNIO_MIG_PLAT2		
		Format: A4			
		Revisió:	1	Full: 16/24	

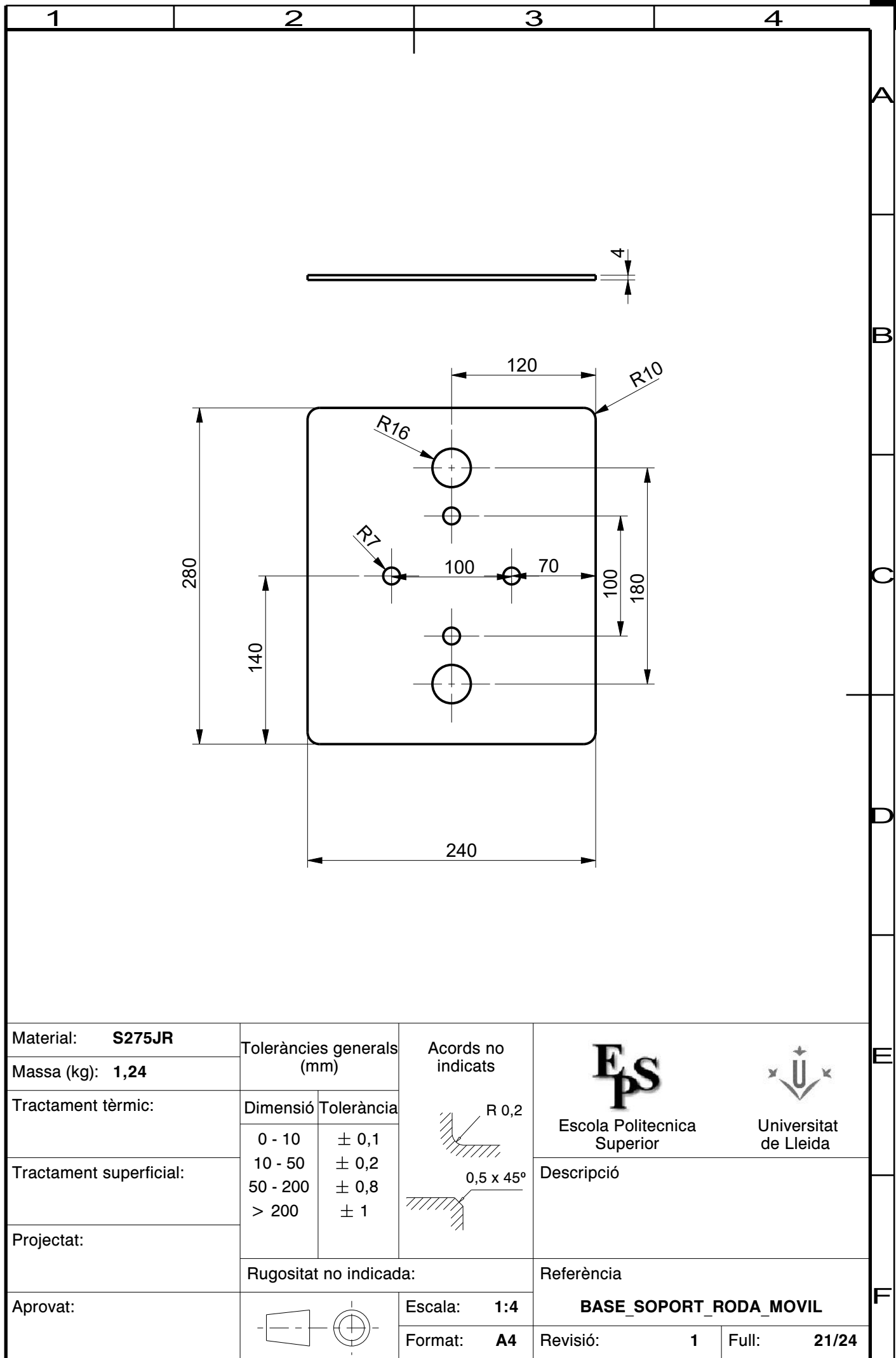


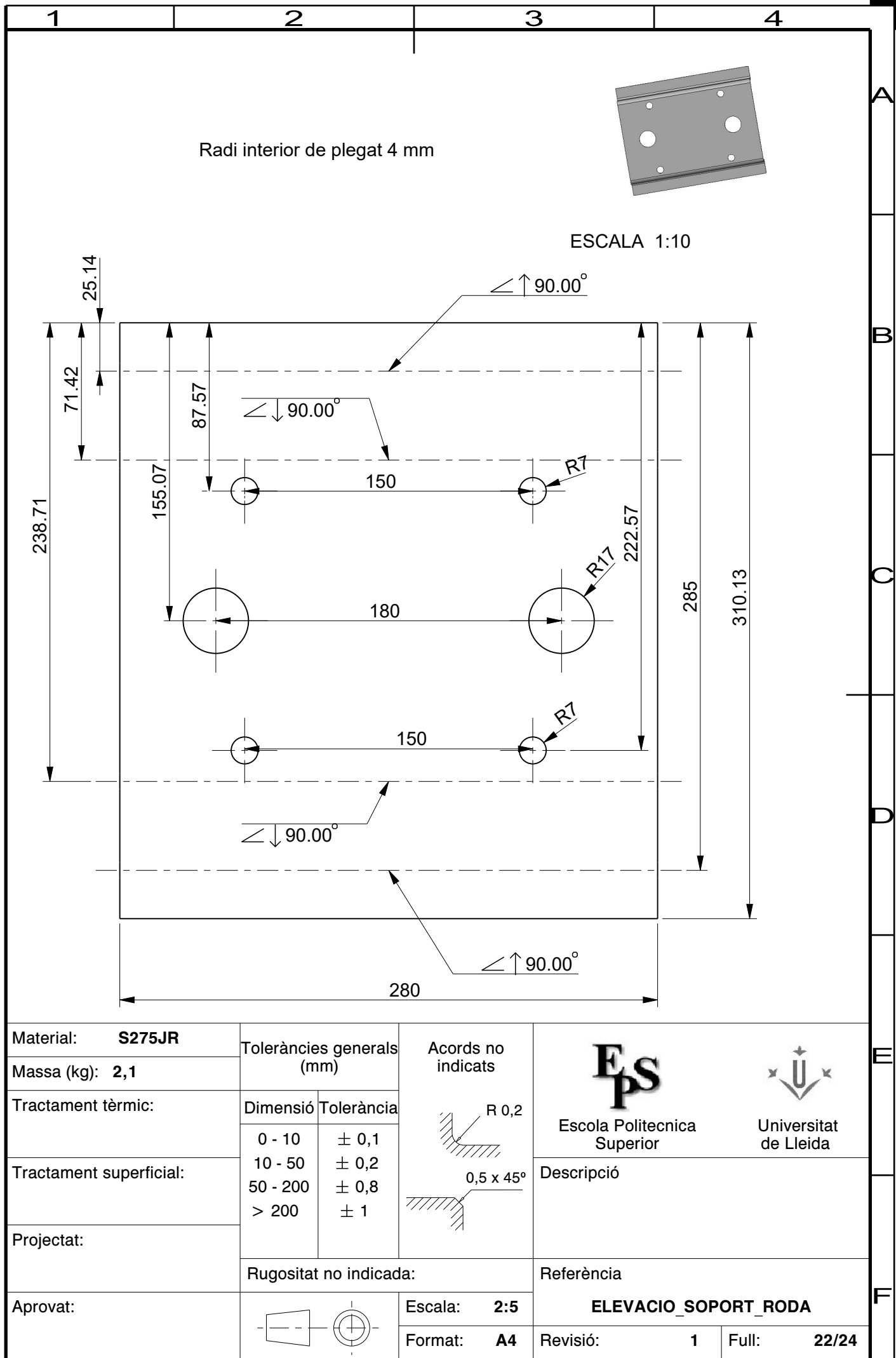


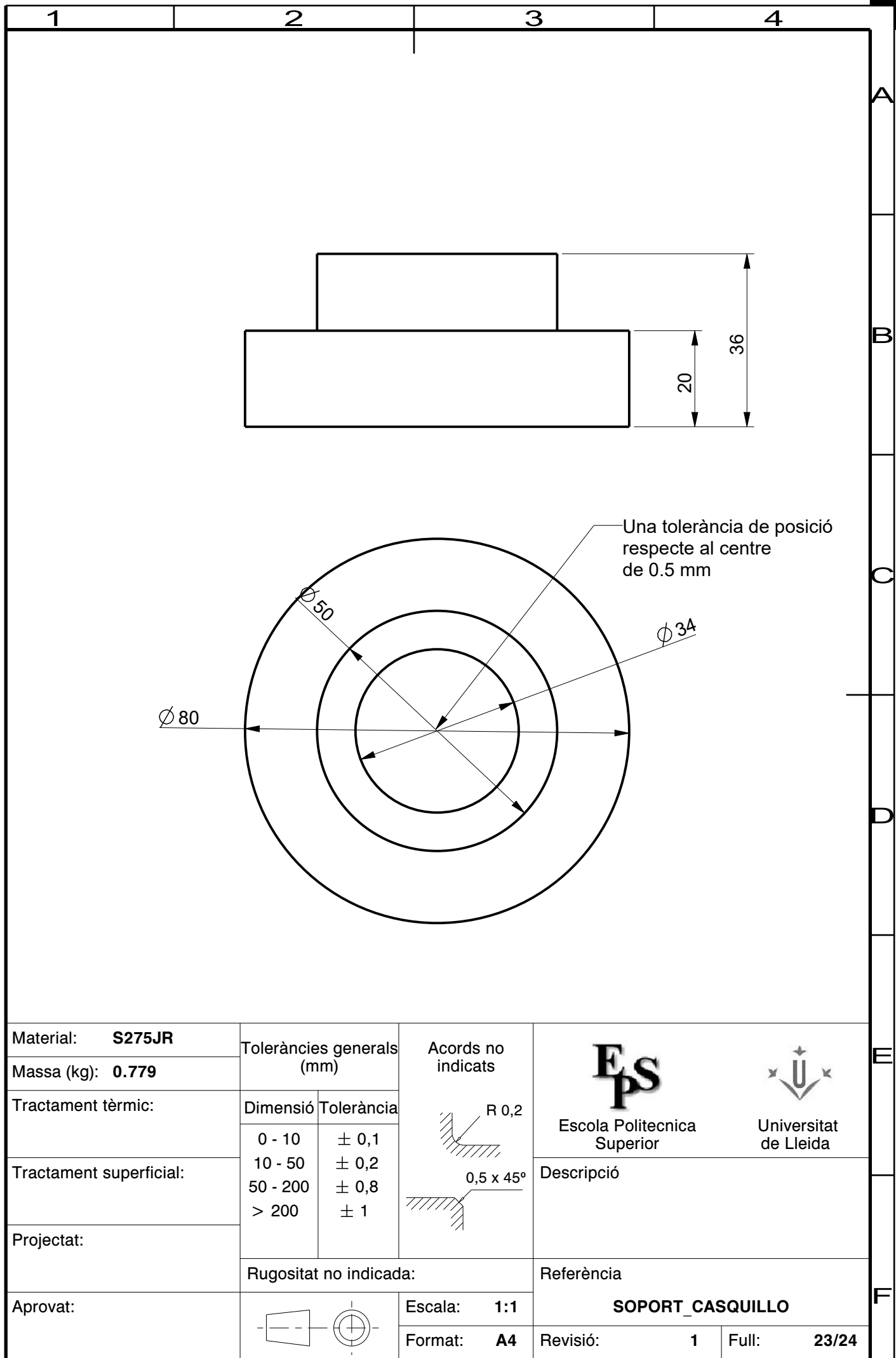
Material: S275JR	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats 		
Massa (kg): 0,9					
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció	
	0 - 10	± 0,1			
	10 - 50	± 0,2			
Tractament superficial:	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1			
Projectat:	Rugositat no indicada:			Referència	
Aprovat:					
		Escala: 1:4	UNIO_TUB_PLAT1		
		Format: A4			Revisió: 1

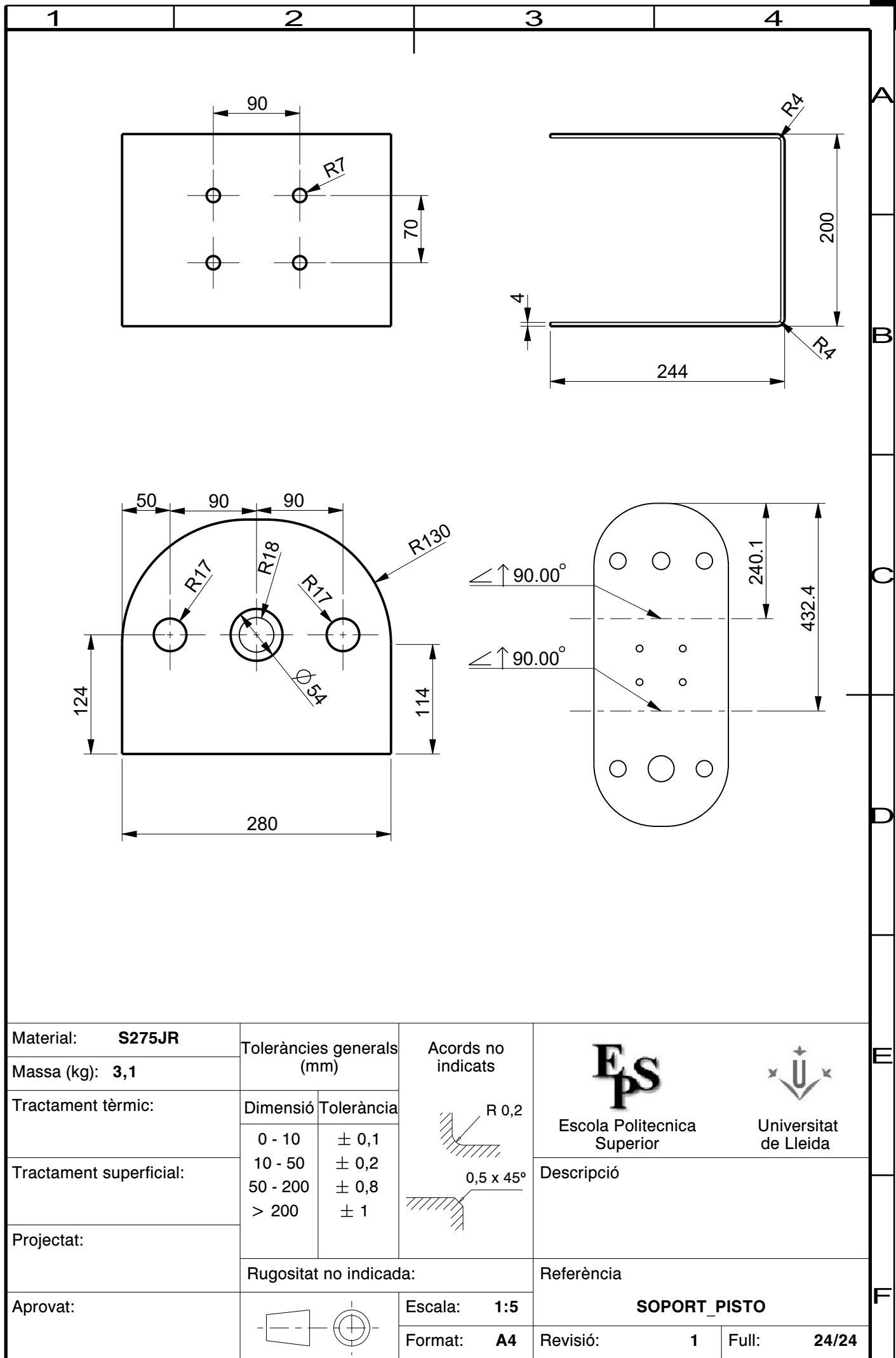


Material:	Toleràncies generals (mm)		Acords no indicats 	 Escola Politecnica Superior		 Universitat de Lleida			
Massa (kg): 3.154									
Tractament tèrmic:	Dimensió	Tolerància		Descripció					
Tractament superficial:								0 - 10	± 0,1
								10 - 50	± 0,2
								50 - 200	± 0,8
	> 200	± 1							
Projectat:	Rugositat no indicada:			Referència BARRA_SOPORT_GUIA					
Aprovat:									
				Format: A4	Revisió: 1	Full: 20/24			




















5. Estat d'amidaments



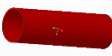

Es separa el projecte en dues parts principals, el condicionador i les rodes d'elevació de la màquina. En cada una de les dues parts s'hi inclouen partides d'obra diferents on queda recollit tot el volum del projecte.

5.1. Millora del condicionador





Taula 28.

CONFORMACIÓ DE XAPA			
Referència	Descripció	Imatge	Unitats
00001	Xapa de 7mm, Acer estructural S275JR		2
00002	Xapa de 4mm, Acer estructural S275JR		2
00003	Xapa 2mm, Acer estructural S235JR		2
00004	Xapa 1,5mm, Acer estructural S235JR		4
00005	Xapa 4mm, Acer estructural S275JR		2
00006	Xapa 1mm, Acer estructural S235JR		2
00007	Xapa 4mm, Acer estructural S275JR		2
00008	Xapa 1mm, Acer estructural S235JR		2
00009	Xapa 4mm, Acer estructural S275JR		1
000010	Xapa 4mm, Acer estructural S275JR		1
00011	Xapa 4mm, Acer estructural S275JR		2

Taula 29.

TUBS, PERFILS, ALTRES LAMINATGES			
Referència	Descripció	Imatge	Unitats
00012	Tub quadrat 45x45mm de 2mm de gruix. Acer estructural S235JR		2
00013	Tub de 34mm de diàmetre i 2mm de gruix. Acer estructural S235JR		2
00014	Tub de 40mm de diàmetre i 2mm de gruix. Acer estructural S235JR		2
00015	Boló mecanitzat de 34mm de diàmetre. Acer estructural S275JR		2

Taula 30.

ALTRES COMPONENTS			
Nom	Descripció	Imatge	Unitats
Disc Gran	Disc de cautxú de 8mm de gruix i 600mm de diàmetre.		2
Disc petit	Disc de cautxú de 8mm de gruix i 500mm de diàmetre.		2
Molla	Molla que obliga el gir del disc posterior.		2
Rodament	Rodament que permet el gir dels discs. El diàmetre del eix és de 45mm amb presoner.		4

Taula 31.

Cargols, femelles i volanderes	
Tipus	Unitats
Cargol DIN 933 Acer M8x20 8.8	8
Cargol DIN 933 Acer M8x35 8.8	32
Cargol DIN 933 Acer M10x20 8.8	4
Cargol DIN 933 Acer M10x30 8.8	4
Cargol DIN 933 Acer M12x60 8.8	8
Cargol DIN 933 Acer M12x70 8.8	2
Cargol DIN 933 Acer M14x45 8.8	16
Clavilla de 3mm de diàmetre	2
Volandera Acer M10 de 2mm de espessor	40
Volandera Acer M12 de 2mm de espessor	8
Volandera Acer M14 de 2mm de espessor	10
Volandera Acer M16 de 2mm de espessor	16
Femella autoblocatge DIN 985 Acer 8.8 M8	40
Femella autoblocatge DIN 985 Acer 8.8 M10	8
Femella autoblocatge DIN 985 Acer 8.8 M12	10
Femella autoblocatge DIN 985 Acer 8.8 M14	16

Taula 32.



PINTURA, MONTATGE I ENGINYERIA	
Tasca	Hores
Pintar i adequar totes les peces del condicionador.	12
Muntatge del condicionador complet	20
Temps d'enginyeria	120

5.2. Rodes d'elevació de la segadora






Taula 33.

CONFORMACIÓ DE XAPA			
Referència	Descripció	Imatge	Unitats
10001	Xapa de 4mm. Acer estructural S275JR		2
10002	Xapa de 4mm. Acer estructural S275JR		2
10003	Xapa de 4mm. Acer estructural S275JR		2
10004	Xapa de 4mm. Acer estructural S275JR		2

Taula 34.

TUBS, PERFILS, ALTRES LAMINATGES			
Referència	Descripció	Imatge	Unitats
10005	Guia mecanitzada, Acer estructural S275JR de 34mm de diàmetre		4
10006	Peça mecanitzada, Acer estructural S275JR de 80mm de diàmetre		4

Taula 35.

ALTRES COMPONENTS			
Nom	Descripció	Imatge	Unitats
Punta Pistó	Brida per connectar el pistó a la part on si fa la força		2
Acumulador hidràulic	Acumulador d'esfera amb membrana nitrogen més oli 0,75 L i 100 bar.		2
Coixinet de fricció	Coixinet lineal que permet el moviment de les guies.		4
Pistó	Pistó de 40mm de diàmetre exterior i 30mm de diàmetre interior.		2
Roda	Roda de gir lliure.		2

Taula 36.

Cargols, femelles i volanderes	
Tipus	Unitats
Cargol DIN 933 Acer M12x30 8.8	8
Cargol DIN 933 Acer M12x45 8.8	8
Cargol DIN 933 Acer M16x40 8.8	8
Volandera Acer M14 de 2mm de gruix	16
Volandera Acer M18 de 2mm de gruix	8
Femella autoblocatge DIN 985 Acer 8.8 M12	16
Femella autoblocatge DIN 985 Acer 8.8 M16	8

Taula 37.

PINTURA, MONTATGE I ENGINYERIA	
Tasca	Hores
Pintar i adequar totes les peces del condicionador.	2
Muntatge del condicionador complet	10
Temps d'enginyeria	40












6. Pressupost

El pressupost es divideix en dues parts clarament diferenciades, el condicionador i el muntatge de les rodes lliures.





Cada un d'aquests dos apartats resta dividit en diferents partides segons les necessitats de cada un. D'altra banda, es detalla també en un altre apartat les unitats d'obra d'enginyeria i honoraris professionals, i finalment hi ha un resum on queda reflectit el pressupost final.

6.1. Condicionador





Taula 38.

CONFORMACIÓ DE XAPA					
Referència	Descripció	Imatge	Unitats	Preu Unitat (€)	Preu total (€)
00001	Xapa de 7mm, Acer estructural S275JR		2	8,03	16,06
00002	Xapa de 4mm, Acer estructural S275JR		2	2,06	4,12
00003	Xapa 2mm, Acer estructural S235JR		2	3,63	7,26
00004	Xapa 1,5mm, Acer estructural S235JR		4	4,06	16,24
00005	Xapa 4mm, Acer estructural S275JR		2	2,87	5,74
00006	Xapa 1mm, Acer estructural S235JR		2	6,3	12,61
00007	Xapa 4mm, Acer estructural S275JR		2	2,33	4,66
00008	Xapa 1mm, Acer estructural S235JR		2	11,57	23,15
00009	Xapa 4mm, Acer estructural S275JR		1	6,73	6,73
000010	Xapa 4mm, Acer estructural S275JR		1	6,73	6,73
000011	Xapa 4mm, Acer estructural S275JR		2	11,22	22,44
PREU TOTAL (€)					125,74

Taula 39.

TUBS, PERFILS, ALTRES LAMINATGES					
Referència	Descripció	Imatge	Unitats	Preu Unitat(€)	Preu total (€)
00012	Tub quadrat 45x45mm de 2mm de gruix. Acer estructural S235JR		2	4,57	9,15
00013	Tub de 34mm de diàmetre i 2mm de gruix. Acer estructural S235JR		2	9,36	18,72
00014	Tub de 40mm de diàmetre i 2mm de gruix. Acer estructural S235JR		2	2,78	5,56
00015	Boló mecanitzat de 34mm de diàmetre. Acer estructural S275JR		2	15,23	30,46
PREU TOTAL (€)					63,89

Taula 40.

ALTRES COMPONENTS					
Nom	Descripció	Imatge	Unitats	Preu Unitat(€)	Preu total (€)
Disc Gran	Disc de cautxú de 8mm de gruix i 600mm de diàmetre.		2	7,17	14,34
Disc petit	Disc de cautxú de 8mm de gruix i 500mm de diàmetre.		2	7,05	14,10
Molla	Molla que obliga el gir del disc posterior.		2	17,5	35
Rodament	Rodament que permet el gir dels discs. El diàmetre del eix és de 45mm amb presoner.		4	14,2	48,80
PREU TOTAL (€)					112,24

Taula 41.

Cargols, femelles i volanderes			
Tipus	Unitats	Preu Unitat(€)	Preu total (€)
Cargol DIN 933 Acer M8x20 8.8	8	0,20	1,60
Cargol DIN 933 Acer M8x35 8.8	32	0,23	7,36
Cargol DIN 933 Acer M10x20 8.8	4	0,17	0,68
Cargol DIN 933 Acer M10x30 8.8	4	0,17	0,68
Cargol DIN 933 Acer M12x60 8.8	8	0,52	4,16
Cargol DIN 933 Acer M12x70 8.8	2	0,54	1,08
Cargol DIN 933 Acer M14x45 8.8	16	0,61	9,76
Clavilla de 3mm de diàmetre	2	1,24	2,48
Volandera Acer M10 de 2mm de espessor	40	0,13	5,20
Volandera Acer M12 de 2mm de espessor	8	0,13	1,04
Volandera Acer M14 de 2mm de espessor	10	0,13	1,30
Volandera Acer M16 de 2mm de espessor	16	0,13	2,08
Femella autoblocatge DIN 985 Acer 8.8 M8	40	0,75	30
Femella autoblocatge DIN 985 Acer 8.8 M10	8	0,75	6
Femella autoblocatge DIN 985 Acer 8.8 M12	10	0,75	7,50
Femella autoblocatge DIN 985 Acer 8.8 M14	16	0,75	12
PREU TOTAL (€)			92,92





Taula 42.

PINTURA, MONTATGE I ENGINYERIA			
Tasca	Hores	Preu Hora(€)	Preu total (€)
Pintar i adequar totes les peces del condicionador.	12	12	144
Muntatge del condicionador complet	20	12	240
Temps d'enginyeria	120	20	2400
PREU TOTAL (€)			2784



PREU TOTAL DEL CONDICIONADOR (€)	3178,79
---	----------------

6.2. Rodes d'elevació de la segadora






Taula 43.

CONFORMACIÓ DE XAPA					
Referència	Descripció	Imatge	Unitats	Preu Unitat (€)	Preu total (€)
10001	Xapa de 4mm. Acer estructural S275JR		2	14,63	29,26
10002	Xapa de 4mm. Acer estructural S275JR		2	5,90	11,80
10003	Xapa de 4mm. Acer estructural S275JR		2	14,90	29,80
10004	Xapa de 4mm. Acer estructural S275JR		2	14,58	29,17
PREU TOTAL (€)					100,03

Taula 44.

TUBS, PERFILS, ALTRES LAMINATGES					
Referència	Descripció	Imatge	Unitats	Preu Unitat(€)	Preu total (€)
10005	Guia mecanitzada, Acer estructural S275JR de 34mm de diàmetre		4	11,23	44,93
10006	Peça mecanitzada, Acer estructural S275JR de 80mm de diàmetre		4	38,66	154,64
PREU TOTAL (€)					199,57

Taula 45.

ALTRES COMPONENTS					
Nom	Descripció	Imatge	Unitats	Preu Unitat(€)	Preu total (€)
Punta Pistó	Brida per connectar el pistó a la part on si fa la força		2	43	86
Acumulador hidràulic	Acumulador d'esfera amb membrana nitrogen més oli 0,75 L.		2	34	68
Coixinet de fricció	Coixinet lineal que permet el moviment de les guies.		4	1,5	6
Pistó	Pistó de 40mm de diàmetre exterior i 30mm de diàmetre interior.		2	61,71	123,42
Roda	Roda de gir lliure.		2	68	136
PREU TOTAL (€)					419,42

Taula 46.

Cargols, femelles i volanderes			
Tipus	Unitats	Preu Unitat(€)	Preu total (€)
Cargol DIN 933 Acer M12x30 8.8	8	0,26	2,08
Cargol DIN 933 Acer M12x45 8.8	8	0,31	2,48
Cargol DIN 933 Acer M16x40 8.8	8	0,73	5,84
Volandera Acer M14 de 2mm de gruix	16	0,13	2,08
Volandera Acer M18 de 2mm de gruix	8	0,13	1,04
Femella autoblocatge DIN 985 Acer 8.8 M12	16	0,75	12
Femella autoblocatge DIN 985 Acer 8.8 M16	8	0,75	6
PREU TOTAL (€)			31,52

Taula 47.

PINTURA, MONTATGE I ENGINYERIA			
Tasca	Hores	Preu Hora(€)	Preu total (€)
Pintar i adequar totes les peces del condicionador.	2	12	24
Muntatge del condicionador complet	10	12	120
Temps d'enginyeria	40	20	800
PREU TOTAL (€)			944

PREU TOTAL DEL CONJUNT RODES ELEVACIÓ (€)	1694,54
--	----------------

6.3. Resum final

Taula 48.

PREU TOTAL CONDICIONADOR (€)	3178,79
PREU TOTAL CONJUNT RODES ELEVACIÓ (€)	1694,54
6% BENEFICI INDUSTRIAL (€)	293,40
21% I.V.A. (€)	1085
PREU TOTAL MILLORA (€)	6251,74